

HÄMODYNAMISCHE VERÄNDERUNGEN
BEI KOMBINierter ELEKTROAKUPUNKTUR-
UND NEUROLEPTANALGESIE
BEIM MENSCHEN

Ulrich Franzeck

1979

Dissertations- und Fotodruck ANNELIESE SCHUBERT
Corneliusstraße 21 • 8000 München 5 • Telefon 268177

Aus dem Institut für Chirurgische Forschung
(Vorstand: Prof. Dr. Dr. h.c. W. Brendel)
und dem Institut für Anaesthesiologie
(Vorstand: Prof. Dr. K. Peter)
der Universität München

HÄMODYNAMISCHE VERÄNDERUNGEN
BEI KOMBINIERTER ELEKTROAKUPUNKTUR- UND NEUROLEPTANALGESIE
BEIM MENSCHEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Ulrich Franzeck
aus
Eschenbach i.d.OPf.
1979

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. K. Meßmer
Prof. Dr. Dr. h.c. W. Brendel
Mitberichterstatter: Prof. Dr. K. Peter
Dekan: Prof. Dr. W. Spann
Tag der mündlichen Prüfung: 29. 5. 1979



Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551927_0091

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. EINLEITUNG	1
B. METHODIK	3
Patienten	3
Untersuchungsablauf und Narkosetechniken	5
Kombinierte Elektroakupunkturanalgesie (KEAA)	6
Neuroleptanalgesie (NLA)	12
Lagerung der Patienten während Narkose und Operation	15
Hämodynamische Messungen und Berechnungen	16
Bestimmungen im arteriellen und zentralvenösen Blut und Berechnungen	17
Zeitliche Reihenfolge der Messungen	19
Statistik	21
C. ERGEBNISSE	22
I. Veränderungen hämodynamischer Parameter während beziehungsweise nach Narkose und Operation	22
II. Veränderungen von Hämatokrit und Hämoglobin	33
III. Verhalten der Blutgase während beziehungsweise nach Narkose und Operation	35
IV. Veränderungen im Säure-Basen-Haushalt während beziehungsweise nach Narkose und Operation	38
V. Verbrauch an Relaxationsmitteln während Narkose und Operation	40

	Seite
VI. Intraoperativer Analgetikaverbrauch der Patienten	42
VII. Postoperativer Verlauf	44
D. DISKUSSION	48
I. Die kombinierte Elektroakupunkturanalgesie - eine Alternative zur konventionellen Neuroleptanalgesie	48
1) Auswirkungen auf die Hämodynamik des arteriellen und des Niederdrucksystems	48
a) Verhalten in der Einleitungsphase und nach Operationsbeginn	48
b) Intraoperativer Verlauf	54
c) Verhalten in der frühen postoperativen Phase	59
2) Die kombinierte Elektroakupunkturanalgesie: Vergleichende Untersuchungen bei unterschiedlichen Kombinations- und Stimulationsverfahren	61
3) Auswirkungen auf die Blutgase und den Säure-Basen-Haushalt	72
II. Intra- und postoperative Beeinflussung des Vegetativums und der postoperative Status der Patienten	74
III. Reduzierung des intraoperativen Analgetikaverbrauches unter Elektrostimulation	78
IV. Wirkungsweise der Elektroakupunktur	80
E. ZUSAMMENFASSUNG	87
F. LITERATURVERZEICHNIS	89

A. EINLEITUNG

Die Anwendung der kombinierten Elektroakupunkturanalgesie als Narkoseverfahren bei operativen Eingriffen wird in steigendem Maße akzeptiert. Nachdem 1974 erstmals in der Bundesrepublik über die erfolgreiche Anwendung eines Kombinationsverfahrens von Intubationsnarkose und Elektroakupunkturanalgesie bei offenen Herzoperationen berichtet wurde (60), verbreitete sich dieses neue Anästhesieverfahren immer mehr.

In Kombination mit verschiedenen Intubationsnarkosen wird die Elektrostimulation heute sehr häufig in der Klinik angewandt, um eine intraoperative Analgesie zu erreichen und gleichzeitig den Verbrauch herkömmlicher Anästhetika bis auf ein Minimum zu reduzieren.

Besonders für Risikopatienten wird dieses Kombinationsverfahren wegen seiner schonenden Eigenschaften ohne Belastung der Organe empfohlen (20, 44, 60, 105).

Die Vorteile der Elektroakupunkturanalgesie sind

- 1) die Stabilität von Herzfrequenz und Blutdruck während der Operation,
- 2) die geringe allgemeine Toxizität auf Grund des reduzierten Anästhetikaverbrauches und
- 3) der gute postoperative Status der Patienten.

Der Mechanismus der Schmerzausschaltung bei der Elektroakupunkturanalgesie war bislang unklar. Doch scheint sich mit der Entdeckung der Morphinrezeptoren und der Endorphine eine wissenschaftliche Erklärung für die analgetische Wirkung der Elektrostimulation abzuzeichnen.

In der Mehrzahl der Veröffentlichungen über erfolgreich durchgeführte Elektroakupunkturanalgesien wird hauptsächlich über den klinischen Verlauf und das subjektive Empfinden der Patienten berichtet.

In dieser Untersuchung sollte deshalb die Wirkung der kombinierten Elektroakupunkturanalgesie auf hämodynamische Parameter des arteriellen und des Niederdrucksystems geprüft werden und mit dem derzeit schonendsten Anästhesieverfahren, der Neuroleptanalgesie, verglichen werden.

Weiterhin sollte in dieser klinischen Untersuchung geprüft werden, inwieweit die Elektroakupunkturanalgesie einen spezifischen Einfluß auf die Blutgase und den Säure-Basen-Haushalt der Patienten ausübt.

B. METHODIK

Die klinischen Untersuchungen wurden von November 1975 bis Februar 1976 in der Urologischen Klinik der Universität München (Klinikdirektor: Prof. Dr. E. Schmiedt) durchgeführt.

Patienten

1) Kombinierte Elektroakupunkturanalgesie (KEAA)

Die kombinierte Elektroakupunkturanalgesie wurde an 11 Patienten durchgeführt, von denen sich 9 Patienten abdominellen Eingriffen in der Urologie zu unterziehen hatten. Bei Patient 6 wurde eine Harnröhrenplastik (Cecil I), bei Patient 8 eine Epididymektomie vorgenommen.

Tab. 1 Allgemeine Daten der Patienten der KEAA-Gruppe

	Name	Geschl. m. /w.	Alter J.	Gewicht kg	Operation
1)	B. E.	m.	45	88	Uret. uret. transvers.
2)	Z. R.	w.	14	55	Ureterreimplantation
3)	E. E.	m.	30	67	Nephroureterektomie
4)	P. B.	m.	56	53	Abd. Nephrektomie u. Lymphadenektomie
5)	N. J.	w.	58	64	Abd. Nephrektomie
6)	L. P.	m.	15	52	Cecil I
7)	K. M.	m.	56	105	Nierenentsteinung
8)	K. G.	m.	35	66	Epididymektomie
9)	L. F.	m.	74	65	Abd. Nierenfreilegung
10)	L. I.	w.	31	52	Nephrolith. (2. Res.)
11)	B. H.	w.	31	66	Nierenarterienstenose

Das mittlere Alter der Patienten betrug $40,5 \pm 6$ Jahre und das mittlere Gewicht 67 ± 5 kg.

Die mittlere Operationszeit lag bei 131 ± 23 Minuten.

2) Neuroleptanalgesie (NLA)

Die Neuroleptanalgesie wurde bei 9 Patienten angewandt, von denen sich 8 Patienten abdominellen urologischen Operationen zu unterziehen hatten. Bei Patient 9 wurde eine retropubische Prostataektomie nach Millin durchgeführt.

Tab. 2 Allgemeine Daten der Patienten der NLA-Gruppe

	Name	Geschl. m. /w.	Alter J.	Gewicht kg	Operation
1)	H. F.	m.	55	100	Nierenbeckenstein- entfernung
2)	G. U.	w.	31	50	Nierenfistel
3)	M. H.	w.	60	69	Ureterreimplantation
4)	F. M.	w.	45	75	Nierenbeckenstein- entfernung
5)	V. L.	w.	56	61	Ureterreimplantation
6)	L. L.	m.	73	72	Nierenrevision
7)	S. M.	w.	41	72	Nephrektomie
8)	R. F.	m.	65	86	Nierencyste
9)	K. R.	m.	61	80	Millin S. P.

Das mittlere Alter der Patienten betrug $54,0 \pm 4$ Jahre und das mittlere Gewicht $73,9 \pm 5$ kg.

Die mittlere Operationszeit lag bei 115 ± 23 Minuten.

Untersuchungsablauf und Narkosetechniken

Zur Prämedikation erhielten alle Patienten eine Stunde vor dem Operationsbeginn Thalamonal zusammen mit Atropin. Die Dosierung ist unter dem Abschnitt Prämedikation angegeben.

Die prämedizierten Patienten wurden auf dem Operationstisch gelagert. Unter sterilen Kautelen wurden folgende Gefäße in Lokalanästhesie percutan punktiert bzw. freigelegt:

- 1) Die linke arteria radialis mit einer Argyle⁺ zur kontinuierlichen Messung des arteriellen Blutdruckes
- 2) Die linke vena cubitalis percutan mit Introducer⁺⁺ oder durch venae sectio, über die ein vierlumiger SWAN-GANZ-Katheter⁺⁺⁺ (35, 126, 127) unter fortlaufender Kontrolle der von der Katheterspitze abgeleiteten Druckkurve durch den rechten Ventrikel in die arteria pulmonalis vorgeschoben wurde
- 3) Die rechte vena cubitalis mittels Trommelspulenkatheter⁺⁺⁺⁺ als zusätzlichen zentralvenösen Zugang.

Zur Temperaturmessung wurde eine oesophageale Temperatursonde⁺⁺⁺⁺⁺ gelegt.

+ Medicut Gauge 18, Aloe Medical, St. Louis. Mo/USA
++ Edwards Laboratories, Santa Ana, Cal/USA
+++ Typ 97-118-7 F, Edwards Laboratories, Santa Ana, Cal/USA
++++ Abboven-14, Deutsche Abbott GmbH, Ingelheim a. Rh.
+++++ Siemens Temperatursonde, Siemens AG, München

Kombinierte Elektroakupunkturanalgesie (KEAA)

KEAA-Prämedikation

Eine Stunde vor Operationsbeginn erhielten alle Patienten der KEAA-Gruppe 0,02-0,03 ml/kg KG Thalamonal⁺ i.m. zusammen mit 0,01 mg/kg KG Atropin⁺⁺ i.m. als Prämedikation

Tab. 3 Prämedikation der Patienten mit kombinierter Elektroakupunkturanalgesie

Kombinierte Elektroakupunkturanalgesie (KEAA)

Praemedikation :

1 Std. vor Op-Beginn

0,02 - 0,03 ml / kg KG Thalamonal i. m.

0,01 mg / kg KG Atropin i. m.

⁺ Thalamonal^R Janssen, Düsseldorf

⁺⁺ Atropin sulfuricum Thilo^R, Dortmund

KEAA-Einleitung

Zu Beginn der Narkoseeinleitung wurde Ringer's Lactat (250-500 ml) infundiert. Die Infusion erstreckte sich über den Operationsbeginn hinaus.

Die Einleitung erfolgte durch eine einmalige i.v. Injektion von 0,025 mg/kg KG Flunitrazepam⁺.

Die Beatmung wurde mit einem Narkosespiromaten⁺⁺ bei einem Lachgas-Sauerstoff-Gemisch von 2:1 vorgenommen.

Nach Gabe von Muskelrelaxantien, 1 mg Pancuroniumbromid⁺⁺⁺ i.v. und 1 mg/kg KG Succinylcholin⁺⁺⁺⁺ wurde orotracheal intubiert.

Tab. 4 Einleitungsschema der kombinierten Elektroakupunkturanalgesie

Kombinierte Elektroakupunkturanalgesie (KEAA)

Einleitung :

1. Infusion 250 - 500 ml Ringer's Lactat
2. 0,025 mg / kg KG Flunitrazepam i.v.
3. Beatmung mit N₂O / O₂ 2 : 1
4. 1 mg Pancuroniumbromid i.v.
5. 1 mg / kg KG Succinylcholin i.v.
6. Orotracheale Intubation
7. Aufsuchen der Stimulationspunkte mit Hautwiderstandsmessung
8. Stimulation mit Impulsstrom 10 mA und Impulsfrequenz 12 Hz

⁺ Rohypnol^R, Hoffmann-La Roche, Grenzach/Baden

⁺⁺ Dräger narkosespiromat 650, Drägerwerk, Lübeck

⁺⁺⁺ Pancuronium 'Organon'^R, Organon GmbH, München

⁺⁺⁺⁺ Lysthenon^R, Lentia GmbH, München

Das Aufsuchen der Stimulationspunkte auf beiden Ohren erfolgte mittels Hautwiderstandsmessung.

Mit einem Hautwiderstandsmeßgerät⁺ werden Punkte auf der Haut mit einem zu ihrer Umgebung verminderten elektrischen Widerstand bestimmt. Die Widerstandsniedrigung kommt durch eine erhöhte Leitfähigkeit der Haut zustande (84).

Die Ohren werden zunächst mit Alkoholtupfer gereinigt, denn Schweiß bzw. Fett beeinflussen die Leitfähigkeit der Haut und damit den Widerstand. Mit der Spitze des Meßgerätes gleitet man danach über die in der Literatur (8, 68, 88) beschriebenen Stellen der Ohrmuschel.

Von einer Meßspannung von 2 V wird ein Gleichstrom durch die Haut geschickt. An einem verstellbaren Vergleichswiderstand entsteht durch den Meßstrom eine Spannung, die beim Erreichen der 1 V-Grenze den nachgeschalteten Verstärker durchsteuert, also öffnet. Die Stromverstärkung ist sehr groß (ca. 1×10^6) und bewirkt das Aufleuchten einer Leuchtdiode. Damit wird der gesuchte Punkt signalisiert.

Es ist bislang nicht bewiesen, ob die hier aufgeführten und allgemein die in der Literatur beschriebenen Stimulationspunkte spezifisch dafür sind eine Analgesie bzw. Hypalgesie zu bewirken (7, 145).

Die Stimulation dieser Punkte hatte aber schon bei über dreihundert operativen Eingriffen in der Urologie eine befriedigende Analgesie bewirkt und wurde wegen des guten empirischen Erfolges angewandt (90).

Stimulationspunkte

- 1 Punkt 55 'Chen men' in der fossa triangularis, zwischen crus superior und crus inferior der Anthelix.

Dieser Punkt wird nach KÖNIG und WANCURA (68) als wichtigster Punkt des Ohres zur Analgesie angesehen.

⁺ Neuralstab Svesa 1025, Svesa GmbH, München

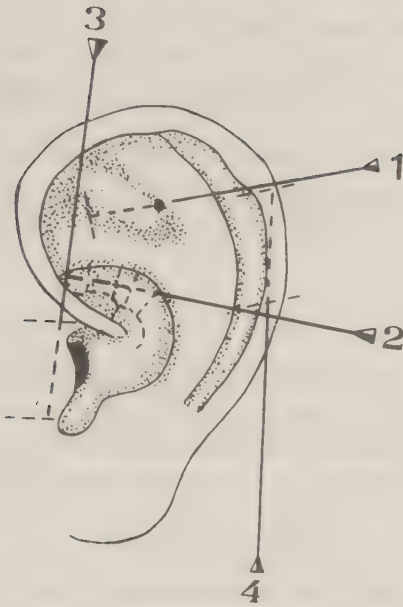


Abb. 1 Topographie der Stimulationspunkte auf dem Ohr

- 2 Punkte 92 bis 95 in der concha superior nach KÖNIG und WANCURA (68) für Blase, Prostata, Ureter und Niere
- 3 Nach NOGIER (88) der abdominelle Meisterpunkt am Tragus für Intestinum und Thorax
- 4 Nach Angaben von BOURDIOL (8) im mittleren Abschnitt der Helix der Ort zur Beeinflussung neurovegetativer Medullarzentren

Als Stimulationselektroden wurden sterile Stahlnadeln mit einer Länge von 25 mm und einem Durchmesser von 0,4 mm verwendet, die in die vorher bestimmten Punkte auf beiden Ohrmuscheln subcutan gestochen wurden.

Alle Nadeln wurden mit einem Impulsgenerator⁺ über Kabel verbunden und mit einem Impulsstrom (ein pulsierender Gleichstrom) von 10 mA und einer Frequenz von 12 Hz stimuliert (Impulsdauer = 1 msec).

KEAA-Weiterführung

Die kontrollierte Beatmung erfolgte mit einem Lachgas-Sauerstoff-Gemisch von 1:1 bei Seitenlage oder 2:1 bei Rückenlage der Patienten. Beatmet wurde mit einem intermittierenden Beatmungsdruck von 10-20 cm H₂O, bei einer Beatmungsfrequenz von 12/Minute und einem Atemminutenvolumen von 7-12 Litern.

Relaxiert wurde mit Pancuroniumbromid 0,1 mg/kg KG.

Stellte sich 15 Minuten nach Stimulationsbeginn kein Steady-State von Blutdruck und Herzfrequenz ein und/oder kam es zu Herzfrequenzanstiegen um 10 Schläge/Minute und/oder systemischen Blutdruckanstiegen um 20% wurde durch stufenweises Erhöhen der initialen Impulsfrequenz von 12 Hz auf maximal 60 Hz und der Impulsstromstärke von 10 mA auf maximal 15 mA eine Stabilität beider Parameter zu erreichen versucht.

Intraoperative Blutverluste von 300-500 ml wurden mit kolloidalen Lösungen ersetzt.

Überstieg der Blutverlust 500 ml, erfolgte die Volumensubstitution mit Fremdblut.

Die intraoperativ ausgeschiedene Urinmenge wurde quantitativ durch Elektrolyt- und Glucoselösungen ersetzt.

⁺ Analgesiegerät Svesa 1033, Svesa GmbH, München

KEAA-Ausleitung

Die Beendigung der Stimulation bei Beginn der Hautnaht erfolgte durch stufenweises Reduzieren des Impulsstromes auf 0 mA innerhalb von 1-2 Minuten.

Leichte Blutungen am Ohr nach dem Herausziehen der Stimulationsnadeln wurden durch Kompression mit sterilen Tupfern gestillt.

Tab. 5 Schema der Narkoseweiterführung und -ausleitung bei der kombinierten Elektroakupunkturanalgesie

Kombinierte Elektroakupunkturanalgesie (KEAA)

Weiterführung :

1. Kontroll. Beatmung mit N_2O / O_2 1:1 - 2:1
2. Relaxierung nach Bedarf mit Pancuroniumbromid
0,1 mg / kg KG
3. Bei Herzfrequenzanstieg um 10 Schläge / min und
Blutdruckanstieg um 20 % : stufenweises Erhoeen
der Impulsfrequenz von 12 bis max. 60 Hz und des
Impulsstromes von 10 bis max. 15 mA

Ausleitung :

1. Stufenweises Reduzieren des Impulsstromes
ueber ca. 1 bis 2 min
2. Antagonisierung mit Prostigmin nach vorheriger
Atropingabe
3. O_2 - Maske
4. Extubation

Danach wurde mit 1,0-2,0 mg Prostigmin⁺ i.v. und 0,5 mg Prostigmin i.m. nach vorheriger Atropingabe von 0,5-1,0 mg i.v. die muskelrelaxierende Wirkung des Pancuroniumbromids antagonisiert.

⁺ Prostigmin^R, Hoffmann-La Roche, Grenzach/Baden

Anschließend wurde das Lachgas abgestellt. Bei ausreichender Spontanatmung wurde die Extubation vorgenommen. Bis sie völlig wach waren, blieben die Patienten auf dem Operationstisch und erhielten für 10-20 Minuten die Sauerstoffmaske.

Nach Ende der Messungen wurden die Katheter entfernt und die Patienten auf die Station gebracht.

Neuroleptanalgesie (NLA)

NLA-Prämedikation

Eine Stunde vor Operationsbeginn erhielten alle Patienten 0,02-0,03 ml/ kg KG Thalamonal i.m. zusammen mit 0,01 mg/kg KG Atropin i.m. als Prämedikation.

Tab. 6 Prämedikation der Patienten der NLA-Gruppe

Neuroleptanalgesie (N L A)

Praemedikation :

1 Std. vor Op-Beginn

0,02 - 0,03 ml / kg KG Thalamonal i. m.

0,01 mg / kg KG Atropin i. m.

NLA-Einleitung

Zu Beginn der Narkoseeinleitung wurde Ringer's Lactat (250-500 ml) infundiert. Die Infusion erstreckte sich über den Operationsbeginn hinaus.

Die NLA-Einleitung wurde mit einer i.v. Injektion von 0,03 mg/kg KG des Kurzzeithypnotikums Etomidate⁺ und 0,5 mg Fentanyl⁺⁺ i.v. vorgenommen.

Gleichzeitig wurde mit einem Lachgas-Sauerstoff-Gemisch von 2:1 beatmet. Nach Relaxierung mit 1 mg Pancuroniumbromid i.v. und 1 mg/kg KG Succinylcholin erfolgte die orotracheale Intubation.

Tab. 7 Schema der Narkoseeinleitung in der NLA-Gruppe

Neuroleptanalgesie (N L A)

Einleitung :

1. Infusion 250 - 500 ml Ringer's Lactat
2. 0,3 mg / kg KG Etomidate i. v.
3. 0,5 mg Fentanyl i. v.
4. Beatmung mit N₂O / O₂ 2 : 1
5. 1 mg Pancuronium i. v.
6. 1 mg / kg KG Succinylcholin i. v.
7. Orotacheale Intubation

⁺ Etomidate ^R Janssen, Düsseldorf

⁺⁺ Fentanyl ^R Janssen, Düsseldorf

NLA-Weiterführung

Die Narkose wurde mit einer einmaligen Injektion von 5 mg Dehydrobenzperidol⁺ i.v. fortgeführt.

Mit einem Lachgas-Sauerstoff-Gemisch von 1:1 bei Seitenlage und von 2:1 bei normaler Rückenlage der Patienten wurde während der weiteren Narkose kontrolliert beatmet. Die Beatmung wurde mit einem intermittierenden Beatmungsdruck von 10-20 cm H₂O, einer Beatmungsfrequenz von 12/Minute und einem Atemminutenvolumen von 7-12 l vorgenommen.

Die Relaxation erfolgte mit 0,1 mg/kg KG Pancuroniumbromid bis maximal 8 mg pro Einzeldosis und Patient.

Bei Herzfrequenzanstiegen von 10 Schlägen/Minute und/oder Blutdruckanstiegen von 20% wurde Fentanyl in Dosen von 0,2-0,3 mg i.v. nachinjiziert.

Die intraoperativen Blutverluste von 300-500 ml wurden durch Kolloidlösungen ausgeglichen. Oberstieg der Blutverlust 500 ml, wurde Fremdblut transfundiert.

Die intraoperativ ausgeschiedene Urinmenge wurde quantitativ durch Elektrolyt- und Glucoselösungen ersetzt.

NLA-Ausleitung

Nach Operationsende wurde die Curarisierung mit 1,0-2,0 mg Prostigmin i.v. und 0,5 mg i.m. antagonisiert; nach vorheriger Gabe von 0,5-1,0 mg Atropin i.v.

Das Lachgas wurde abgestellt und bei ausreichender Spontanatmung der Patienten wurde die Extubation vorgenommen. Die Patienten blieben bis sie völlig wach waren auf dem Operationstisch und erhielten für 10-20 Minuten die Sauerstoffmaske.

Nach Beendigung der Messungen wurden die Katheter entfernt und die Patienten auf die Station gebracht.

⁺ Dehydrobenzperidol ^R Janssen, Düsseldorf

Tab. 8 Schema der Narkoseweiterführung und -ausleitung in der NLA-Gruppe

Neuroleptanalgesie (N L A)

Weiterführung :

1. 5 mg DHB
2. Kontroll. Beatmung mit N_2O / O_2 1:1 - 2:1
3. Relaxierung nach Bedarf mit Pancuroniumbromid
0,1 mg / kg KG
4. Bei Herzfrequenzanstieg um 10 Schläge / min
und Blutdruckanstieg um 20 % :
0,2 - 0,3 mg Fentanyl i. v.

Ausleitung :

1. Antagonisierung mit Prostigmin nach vorheriger
Atropingabe
2. O_2 - Maske
3. Extubation

Lagerung der Patienten während Narkose und Operation

Entsprechend der Operationsart mußten die Patienten verschieden gelagert werden.

Die Operationen erfolgten in:

- 1) abdomineller Nierenlagerung
- 2) seitlicher Nierenlagerung (extreme Kopf-tief-Lage, Hüftknick, Bein-tief-Lage)
- 3) Normale Rückenlage

Drei Patienten der KEAA-Gruppe wurden in abdomineller, je 3 in seitlicher Nierenlagerung und 5 Patienten in normaler Rückenlage operiert.

Zeitpunkt der Lagerung bzw. Umlagerung

Abdominelle Nierenlagerung: Ein Patient wurde sofort nach der Kontrollmessung gelagert. Umgelagert wurde dieser Patient nach 50 Minuten Operation. Im Anschluß an die Intubation wurde 1 Patient gelagert; Umlagerung nach Operationsende vor der Extubation. Ein Patient wurde erst nach Operationsbeginn gelagert; Umlagerung nach 50 Minuten Operation.

Seitliche Nierenlagerung: 3 Patienten wurden sofort nach der Kontrollmessung gelagert. Einer dieser Patienten wurde nach 100 Minuten Operation umgelagert, die beiden anderen nach Operationsende vor der Extubation.

In der NLA-Gruppe erfolgten die Operationen bei 1 Patienten in abdomineller Nierenlagerung, bei 6 Patienten in seitlicher Nierenlagerung und 2 Patienten wurden in normaler Rückenlage operiert.

Zeitpunkt der Lagerung bzw. Umlagerung

Abdominelle Nierenlagerung: 1 Patient wurde nach der Intubation gelagert, die Umlagerung wurde nach Operationsende vor der Extubation vorgenommen.

Seitliche Nierenlagerung: 5 Patienten wurden sofort nach der Kontrollmessung gelagert. Alle diese Patienten wurden nach Operationsende vor der Extubation umgelagert. Ein Patient wurde nach der Intubation gelagert. Die Umlagerung wurde nach 85 Minuten Operation durchgeführt.

Hämodynamische Messungen und Berechnungen

1) Herzfrequenz (HF)

(EKG-Monitor, Siemens AG, München)

2) Systolischer, diastolischer und mittlerer arterieller Blutdruck

(P_{syst} , P_{dia} , MAP)

(Stathamelemente)

- 3) Zentralvenöser Druck (ZVD), Mitteldruck in der arteria pulmonalis (PAP) und pulmonary capillary wedge pressure (PCWP) (vierlumiger SWAN-GANZ-Ballonkatheter; Stathamelemente)
Die Kriterien für die richtige Wedge-Position waren (127):
 - a) Die charakteristische Druckkurve
 - b) Ein pulmonaler Kapillarverschlußdruck niedriger als der mittlere Pulmonalarteriendruck
- 4) Herzminutenvolumen (HMV)
(Thermodilutionsprinzip; Edwards Cardiac Output Computer) (36)
10 ml 0° C physiologische Kochsalzlösung wurden als Indikator in den rechten Vorhof injiziert; die Temperaturänderung in der arteria pulmonalis wurde über eine in der SWAN-GANZ-Katheterspitze gelegenen Thermistorsonde registriert.
Aus 3 schnell aufeinanderfolgenden Messungen wurde der Mittelwert berechnet (die Abweichungen lagen zwischen 10 ml und 200 ml).

Bestimmungen im arteriellen bzw. zentralvenösen Blut und Berechnungen

- 1) Hämoglobinkonzentration
(Cyanhäoglobinmethode)
- 2) Hämatokrit
(Mikrohämatokritzentrifuge Hawksley)
- 3) Arterieller und zentralvenöser Sauerstoffgehalt (Lex-O₂-Con, Lexington Instruments Company, Lexington Mass/USA)
- 4) Arterieller pO₂, arterieller pCO₂, pH-Wert im arteriellen Blut (Gas Check AVL) (52); arterielle Sauerstoffsättigung, Standardbikarbonat und Base Excess nach dem Nomogramm von THEWS - HARNON-COURT (135).

Auf Grund der hämodynamischen Meßdaten wurden folgende Werte berechnet (118, 134):

Tab. 9 Formeln zur Berechnung hämodynamischer Parameter

Herzindex:	$\frac{\text{HMV}}{\text{Körperoberfläche}}$	l/min/m^2
Peripherer Gesamtwiderstand: TPR	$\frac{(\text{MAP} - \text{ZVD}) \times 79,9}{\text{HMV}}$	$\text{dynes x sec x cm}^{-5}$
Pulmonalgefäßwiderstand: PVR	$\frac{(\text{PAP} - \text{PCWP}) \times 79,9}{\text{HMV}}$	$\text{dyn x sec x cm}^{-5}$
Schlagvolumen: SV	$\frac{\text{HMV} \times 1000}{\text{HF}}$	ml / min
Schlagvolumenindex: SI	$\frac{\text{SV}}{\text{Körperoberfläche}}$	ml / min / m^2
Rechtsventrikuläre Schlagarbeit R. V. S. W.	$\frac{\text{HMV} \times \text{PAP} \times 13,6}{\text{HF}}$	g x m
Linksventrikuläre Schlagarbeit L. V. S. W.	$\frac{\text{HMV} \times \text{MAP} \times 13,6}{\text{HF}}$	g x m

Die Körperoberflächenberechnung wurde nach der Formel von DU BOIS und DU BOIS (25) durchgeführt.

Tab. 10 Formeln zur Berechnung von Sauerstoffverbrauch ($\dot{V}O_2$), systemischer Sauerstofftransportkapazität (O_2A), Sauerstoffextraktion (O_2 -X'-Ratio) und des "Tension Time Index" (TTI) (118, 134)

Sauerstoffverbrauch

$$\dot{V}O_2 = C. I. \times A\dot{V}DO_2 \quad \text{ml / min. / m}^2$$

Syst. Sauerstofftransportkapazität

$$O_2A = C. I. \times C a O_2 \quad \text{ml / min. / m}^2$$

Sauerstoffextraktion

$$O_2 \text{ 'X' Ratio} = \frac{A\dot{V}DO_2}{C a O_2}$$

Nach Bretschneider modifizierter 'Tension Time Index'

$$'TTI' = P_{\text{syst}} \times \sqrt{HF}$$

Zeitliche Reihenfolge der Messungen

Da die Untersuchungen im Rahmen des Routineoperationsprogrammes in der Klinik durchgeführt werden mußten, konnten die vorgewählten Zeitpunkte ("Soll-Meßzeiten") für die Messungen oft nicht exakt eingehalten werden. Es ergaben sich deshalb Streubreiten für die Meßzeitpunkte.

Aus diesem Grund sind jeweils die "Soll-Meßzeiten" angegeben und die realen Zeitpunkte ("Ist-Meßzeiten") als errechnete Mittelwerte $\bar{x} \pm \text{SEM}$.

Die zeitlichen Abweichungen sind auf verschiedene Ursachen zurückzuführen: 1) arbeiteten die Chirurgen mit dem Elektrokauter. Während der Elektrokauterisierung ist eine störungsfreie HMV-Bestimmung unmöglich. 2) In einigen Fällen hatte die physiologische Kochsalzlösung, die als Indikator für die HMV-Bestimmung nach der Thermodilutionsmethode verwendet wurde, nicht die vorgeschriebene Temperatur von 0° C; so trat auch hier eine Verzögerung der Messung ein.

"Soll"- und "Ist-Meßzeiten"

"Soll-Meßzeit"	"Ist-Meßzeit" ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)
C : Kontrollwert am prämedizierten wachen Patienten 30 Minuten vor Operationsbeginn	32,3 $\pm$ 3
NE: 10 Minuten nach Einleitung	13,3 $\pm$ 3
T ₀ : Operationsbeginn	
T ₁ : 10 Minuten nach Operationsbeginn	11,0 $\pm$ 2
T ₂ : 30 Minuten nach Operationsbeginn	31,0 $\pm$ 1
T ₃ : 50 Minuten nach Operationsbeginn	51,0 $\pm$ 2
T ₄ : 90 Minuten nach Operationsbeginn	90,1 $\pm$ 5
T ₅ : Operationsende	
T ₆ : 10 Minuten nach Extubation am wachen und ansprechbaren Patienten	

Blutentnahmen:

KEAA-Gruppe: Die Blutentnahmen erfolgten bei diesen Patienten zu den Meßzeitpunkten C, T₃ und T₆.

NLA-Gruppe: bei den Patienten dieser Gruppe wurde zu den Zeitpunkten C, T₂, T₄ und T₆ Blutentnahmen vorgenommen.

Statistik

Aus den Einzeldaten wurden Mittelwert ($\bar{x}$), Standardabweichung (SD) und der mittlere Fehler des Mittelwertes (SEM) berechnet. Diese Berechnungen wurden mit dem Tischrechner "Burroughs C 7200 Series" durchgeführt.

Die statistische Auswertung der Ergebnisse wurde mit Unterstützung des Institutes für Medizinische Informationsverarbeitung, Statistik und Biomathematik (ISB) der Universität München-Klinikum Großhadern (Vorst. Prof. Dr. K. Oberla) am Tischrechner "HP 9830 A" (Hewlett-Packard, Frankfurt a.M.) vorgenommen⁺.

Bei der Gegenüberstellung der Gruppen wurde die Signifikanz der Aussagen durch den einseitigen U-Test (Rangtest von MANN und WHITNEY) für unabhängige Stichproben festgestellt.

Zur Überprüfung auf signifikante Unterschiede innerhalb der einzelnen Gruppen wurde der zweiseitige WILCOXON-Paar-Differenzen-Test angewandt.

Die Effizienz der beiden Tests liegt bei 95 %, d.h. daß die Anwendung dieser beiden Tests bei 1000 Werten die gleiche Teststärke aufweist wie die Anwendung des t-Tests bei etwa 950 Werten.

Der Vorteil dieser Tests liegt darin, daß sie verteilungsunabhängig sind, d.h. sie setzen keine Normalverteilung wie der t-Test voraus (111).

⁺ Herrn Dr.med. F. Kraus, Institut für Medizinische Informationsverarbeitung, Statistik und Biomathematik (ISB) der Universität München-Klinikum Großhadern, danke ich für die Beratung zur statistischen Auswertung der Ergebnisse.

C. ERGEBNISSE

I. Veränderungen hämodynamischer Parameter während beziehungsweise nach Narkose und Operation

1) KEAA-Gruppe

Nach Einleitungs- und Stimulationsbeginn ergeben sich keine signifikanten Herzfrequenzänderungen gegenüber den Ausgangswerten, die zwischen 60 und 100 Schlägen/Minute liegen (Abb. 2).

Nach Operationsbeginn nimmt bei 5 Patienten die Herzfrequenz zwischen 4 bis 20 Schlägen/Minute ab, in 4 Fällen bleibt sie unverändert und bei 2 Patienten kommt es zu einem Frequenzanstieg von 8 bzw. 18 Schlägen/Minute.

Intraoperativ liegt die Herzfrequenz im Bereich der Ausgangswerte. Von kurzfristigen Frequenzänderungen - leichten Anstiegen und Abnahmen um 8 bis 10 Schläge/Minute - abgesehen wird ein ausgeglichener Verlauf deutlich.

Bei einem Patienten (Alter 15 Jahre) steigt die Herzfrequenz nach Operationsende und Extubation um 43 Schläge/Minute an, 2 Patienten haben zu diesem Zeitpunkt Frequenzanstiege um 28 Schläge/Minute, während bei allen anderen Patienten die Werte im Kontrollbereich bleiben.

Systolischer, diastolischer und mittlerer arterieller Blutdruck steigen in der KEAA-Gruppe nach Operationsbeginn signifikant ($\alpha < 0,01$) an und bleiben intraoperativ auf einem zum Kontrollwert um 5-10 mmHg erhöhtem Niveau (Abb. 2, Tab. 11).

Gegen Operationsmitte bei T_3 wird ein Abfall des blutig gemessenen arteriellen Mitteldruckes beobachtet, wodurch der Ausgangswert von 115 mmHg wieder erreicht wird. Bei der Messung nach 100 Minuten Operationszeit sind systolischer, diastolischer und mittlerer arterieller Blutdruck leicht erhöht ($\alpha < 0,05$). Intraoperativ werden kurzfristige Anstiege im systo-

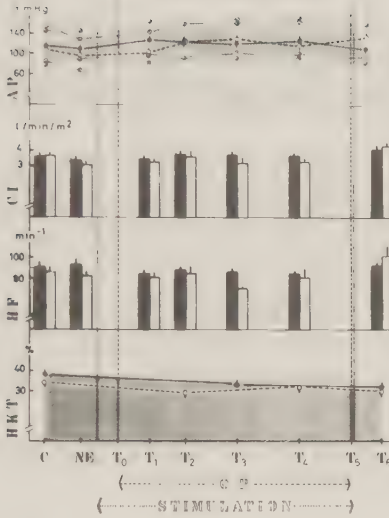


Abb.2 Verhalten von arteriellem Blutdruck (AP)(syst., diast. und mittlerer arterieller Druck), Herzindex (CI), Herzfrequenz (HF) und Hämatokrit (Hkt) unter kombinierter Elektroakupunkturanalgesie und Neuroleptanalgesie ($\bar{x} \pm \text{SEM}$; $n_{\text{KEAA}} = 11$, $n_{\text{NLA}} = 9$)

KEAA-Gruppe: -●- , durchgezogene Linien, schwarze Säulen

NLA-Gruppe : -○- , unterbrochene Linien, weiße Säulen

KEAA-Gruppe: -●- P_{syst} bzw. P_{diast} , -●- MAP

NLA-Gruppe : -○- P_{syst} bzw. P_{diast} , -○- MAP

C = Kontrolle, NE = 10 Min. nach Narkoseeinleitung, T₀ = Op-Beginn, T₁ = 10 Min., T₂ = 30 Min., T₃ = 50 Min., T₄ = 90 Min. jeweils nach Op-Beginn, T₅ = Op-Ende, T₆ = 10 Min. nach Extubation

lischen Blutdruck um 5-20 mmHg beobachtet.

Nach Extubation liegt der mittlere arterielle Blutdruck bei 5 Patienten im Mittel um 25 mmHg über dem Ausgangswert, bei 6 Patienten fällt er um 15 mmHg ab. Der systolische Druck ist im Mittel um 16 mmHg nicht signifikant gegenüber dem Ausgangswert von 140 mmHg erhöht.

Der Herzindex bleibt nach Stimulations- und Operationsbeginn konstant. Ebenso sind die leichten Anstiege bzw. Abnahmen während der Operation nicht signifikant. Die gemessenen Werte liegen alle im Kontrollbereich um $3,65 \text{ l/min/m}^2$.

Der Herzindex nimmt nach beendigter Operation und Extubation bei 5 Patienten um $0,50\text{-}1,20 \text{ l/min/m}^2$ zu. Bei den anderen 6 Patienten ist der Herzindex zu diesem Meßzeitpunkt gegenüber dem Kontrollwert nicht verändert.

Insgesamt ergibt sich im gesamten Beobachtungszeitraum keine signifikante Änderung des Herzindex (Abb.2, Tab. 11).

Der periphere Gesamtströmungswiderstand steigt nach Operationsbeginn um 23 % an (Abb. 3, Tab. 11). Diese Zunahme ist aber nur kurzfristig, intraoperativ und nach Extubation kommt es zu keiner signifikanten Veränderung gegenüber dem Kontrollwert von $1300 \text{ dynes sec cm}^{-5}$.

Der Kontrollwert des zentralvenösen Druckes liegt bei 4mmHg.

Nach Narkoseeinleitung mit Beginn der Infusionen steigt der ZVD signifikant an ($\alpha < 0,01$). Intraoperativ liegt der ZVD zwischen 2-5 mmHg über dem Kontrollwert (Tab. 11).

Nach Extubation ist der ZVD nicht signifikant erhöht.

Der mittlere Pulmonalarteriendruck nimmt von einem Ausgangswert von 16 mmHg stetig bis T_2 , 30 Minuten nach Operationsbeginn, um 7 mmHg zu ($\alpha < 0,01$). Während der Operation liegt der PAP auf einem konstanten Druckniveau bei 20 mmHg.

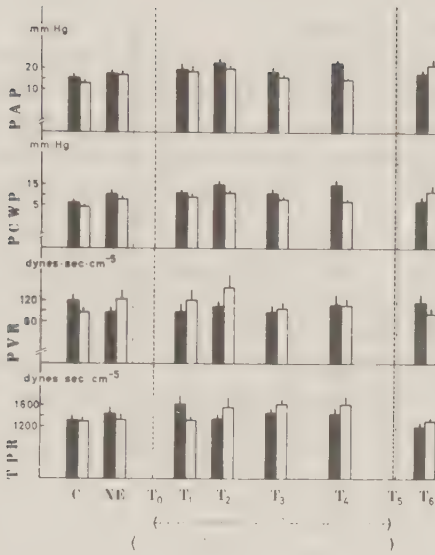


Abb. 3 Verhalten des mittleren Pulmonalarteriendruckes (PAP), des Pulmonalkapillarverschußdruckes (PCNP), des Pulmonalgefäßwiderstandes (PVR) und des peripheren Gesamtströmungswiderstandes (TPR) der Patienten mit kombinierter Elektroakupunkturanalgesie (n = 11) und Neuroleptanalgesie (n = 9). ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

KEAA-Gruppe: schwarze Säulen

NLA- Gruppe: weiße Säulen

Nach Extubation ist der PAP bei 4 Patienten zwischen 5-13 mmHg gegenüber dem Ausgangswert erhöht. Der Pulmonalarteriendruck der anderen 7 Patienten ist im Vergleich zum Kontrollwert unverändert.

Parallel zum mittleren Pulmonalarteriendruck steigt der pulmonale Kapillarverschußdruck an ($\alpha < 0,01$). Somit ergibt sich ein nahezu

konstanter strömungswirksamer Druckgradient, der sich aus der Differenz von PAP und PCWP errechnet.

Im weiteren Verlauf der Operation bleibt der PCWP erhöht ($\alpha < 0,01$). Nach Operationsende und Extubation ist der Pulmonalkapillarverschlußdruck bei 3 Patienten, bei denen auch der PAP angestiegen ist, um 3-15 mmHg gegenüber dem Ausgangswert erhöht, während bei den anderen 8 Patienten keine Abweichung zum Kontrollwert festzustellen ist.

Auf Grund des geringen Anstieges des Herzminutenvolumens bei konstantem strömungswirksamem Druckgradienten fällt der Pulmonalgefäßwiderstand nach Narkoseeinleitung und Operationsbeginn um 18 % ($\alpha < 0,05$) leicht ab. Intraoperativ liegt er geringfügig unter dem Kontrollwert, während bei Beobachtungsende kein Unterschied gegenüber dem Ausgangswert festzustellen ist (Abb. 3, Tab. 11).

Die Schlagarbeit des linken Herzens nimmt nach Operationsbeginn durch den Anstieg des arteriellen Mitteldrucks bei konstanter Herzfrequenz und konstantem Herzminutenvolumen zu ($\alpha < 0,05$). Während der weiteren Operation liegt die größte Zunahme mit 34 % gegen Operationsende ($\alpha > 0,05$). Nach Extubation ist die Linksventrikuläre Schlagarbeit leicht um 9 % erhöht ($\alpha > 0,05$), (Abb. 4, Tab. 11).

Die Rechtsventrikuläre Schlagarbeit steigt bei Operationsmitte um 16 % an ($\alpha < 0,05$), nimmt aber gegen Ende der Operationszeit wieder ab. Postoperativ ist die RVSW mit 13 % gegenüber dem Kontrollwert erhöht ($\alpha > 0,05$).

Das Verhalten des "TTI" ist bemerkenswert konstant (Abb. 4). Zwar errechnet sich nach Operationsbeginn ein signifikanter Anstieg ($\alpha < 0,05$) um 8,5 %, im weiteren Verlauf der Operation sind aber nur kurzfristige Schwankungen von 10 % festzustellen.

Nach Extubation nimmt der "TTI" um 12 % gegenüber dem Kontrollwert zu ($\alpha > 0,05$).

Tab. 11 Veränderungen von Schlagindex (SI), mittlerem arteriellem Druck (MAP), peripherem Gesamtstromungswiderstand (TPR), zentralvenösem Druck (ZVD) und Rechtsventrikulärer Schlagarbeit (RVSW) der Patienten mit kombinierter Elektroakupunkturanalgesie (n = 11; $\bar{x} \pm \text{SEM}$)

	C	NE	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
					Stimulation				
					Operation				
SI	ml/min/m ²	41,0 ± 10,5	35,0 ± 2,1	45,0 ± 5,0	42,0 ± 2,0	43,0 ± 3,3	43,0 ± 3,1	45,0 ± 2,8	
MAP	mmHg	115 ± 11,0	108 ± 8,3	129 ± 7,6 ^{b)}	124 ± 8,0 ^{a)}	121 ± 7,9	128 ± 7,7	112 ± 8,7	
TPR	dynes sec cm ⁻⁵	1324 ± 58,4	1452 ± 128,8	1626 ± 169,7	1340 ± 95,3	1464 ± 93,7	1441 ± 120,0	1196 ± 81,7	
ZVD	mmHg	4,2 ± 0,9	7,1 ± 1,0 ^{a)}	9,1 ± 1,5 ^{b)}	9,9 ± 1,5 ^{a)}	6,6 ± 1,6	10,2 ± 1,8 ^{a)}	4,6 ± 1,2	
RVSW	g m	15,8 ± 2,2	14,4 ± 2,3	19,9 ± 3,8	25,7 ± 4,2 ^{a)}	18,7 ± 2,6 ^{a)}	25,3 ± 3,8 ^{a)}	21,0 ± 3,9	

Signifikanz gegenüber dem Kontrollwert

a) $\alpha < 0,05$

b) $\alpha < 0,01$

2) NLA-Gruppe

Nach der Narkoseeinleitung nimmt die Herzfrequenz bei 6 Patienten zwischen 4-10 Schlägen/Minute ab, bei 3 Patienten bleibt sie nahezu konstant ($\alpha < 0,05$).

Während Narkose und Operation lassen sich kurzfristige Schwankungen zwischen 3-8 Schläge/Minute beobachten. Zum Meßzeitpunkt T_3 , 50 Minuten nach Operationsbeginn, besteht bei den NLA-Patienten eine leichte Bradykardie (Abb. 2). Dagegen ist nach Operationsende eine Herzfrequenzzunahme bei 3 Patienten zwischen 14-21 Schlägen/Minute festzustellen; 1 Patient hat eine postoperative Tachykardie mit 120 Schlägen/Minute. Drei Patienten haben eine Frequenzerniedrigung von 8 bzw. 12 Schlägen/Minute. Bei den anderen 2 Patienten ist die Herzfrequenz nach Extubation gegenüber dem Ausgangswert unverändert.

Bei 8 Patienten ist ein Abfall des blutiggemessenen arteriellen Blutdruckes zwischen 5 und 55 mmHg nach NLA-Einleitung zu beobachten ($\alpha < 0,05$). Nur ein Patient hat einen systolischen Druckanstieg von 30 mmHg. Der MAP nimmt bei 7 Patienten um 8-35 mmHg bei gleichzeitig fallendem diastolischen Druck ab.

Während Narkose und Operation sind systolischer, diastolischer und mittlerer arterieller Blutdruck konstant. Der MAP liegt aber intraoperativ zwischen 5-15 mmHg über dem Kontrollwert von 110 mmHg.

Bei allen Patienten ist postoperativ ein signifikanter Anstieg ($\alpha < 0,01$) des systolischen, diastolischen und mittleren arteriellen Druck festzustellen (Abb. 2, Tab. 12). Im Mittel beträgt der Anstieg des MAP 26 mmHg, der systolische Blutdruck liegt nach Extubation um 43 mmHg über dem Ausgangswert.

Wie der arterielle Blutdruck fallen auch die Herzindexwerte bei den NLA-Patienten nach Narkoseeinleitung signifikant um 18 % ab ($\alpha < 0,05$). Intraoperativ bei T_3 liegen sie bei 6/9 Patienten leicht (10 %) unter dem Kontrollwert.

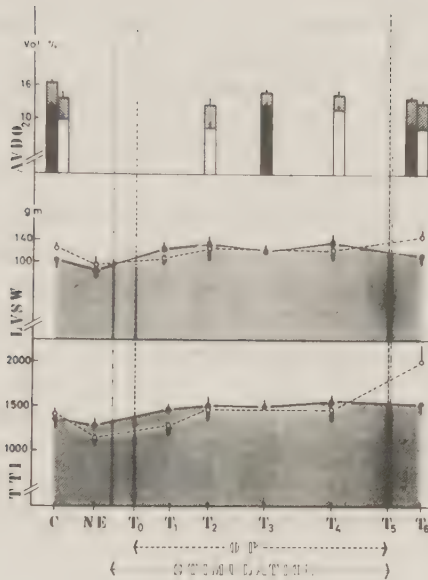


Abb. 4 Verhalten von arteriellem und zentralvenösem O₂-Gehalt, der arterio-zentralvenösen Sauerstoffgehaltsdifferenz in Vol.% (AVDO₂), der Linksventrikulären Schlagarbeit (LVSW) und des "Tension Time Index" (TTI) unter kombinierter Elektroakupunkturanalgesie (n = 11) und Neuroleptanalgesie (n = 9). ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

Venöser O₂-Gehalt - KEAA: schwarze Säulen

Venöser O₂-Gehalt - NLA: weiße Säulen

arterieller O₂-Gehalt - KEAA: ganze schwarze Säulen

arterieller O₂-Gehalt - NLA: ganze weiße Säulen

KEAA-Gruppe: -●-, durchgezogene Linien

NLA-Gruppe: -○-, unterbrochene Linien

Der Herzindex von 3 Patienten zeigt nur geringe Abweichungen gegenüber dem Ausgangswert von $3,70 \text{ l/min/m}^2$.

Der höchste Herzindex mit einer Zunahme von 16 % ($\alpha < 0,05$) wird bei allen Patienten nach Operationsende und Extubation gemessen (Abb. 2, Tab. 12).

Das Schlagvolumen bzw. der Schlagindex nimmt nach NLA-Einleitung um 14 % ab (Tab. 12). Zum Meßzeitpunkt T_3 liegen die Schlagindexwerte auf Grund der gleichzeitigen Herzfrequenzabnahme bei konstantem HMV mit 9 % leicht über dem Kontrollwert von 41 ml/min/m^2 . Nach der Extubation steigt der Schlagindex signifikant an ($\alpha < 0,05$).

Eine signifikante Änderung des peripheren Gesamtströmungswiderstandes ist während des Beobachtungszeitraumes nicht festzustellen. Gegen Operationsende zeigt sich zwar die Tendenz einer Zunahme, nach Extubation ist aber nahezu keine Abweichung zum Kontrollwert zu finden (Abb. 3, Tab. 12).

Die Ausgangswerte des zentralenvenösen Druckes liegen bei 3 mmHg. Wie schon bei den Patienten der KEAA-Gruppe nimmt der ZVD mit Beginn der Flüssigkeitssubstitution zu ($\alpha < 0,05$). Nach Narkoseeinleitung bis zum Beobachtungsende bei T_6 liegt der ZVD um 2-3 mmHg höher als die Kontrollwerte (Tab. 12).

Nach Narkoseeinleitung steigt der Pulmonalarteriendruck der Patienten mit Neuroleptanalgesie signifikant an ($\alpha < 0,05$). Die Zunahme des PAP bis 30 Minuten nach Operationsbeginn beträgt 6-12 mmHg. Im weiteren Operationsverlauf normalisiert sich der PAP, während es postoperativ zu einem erneuten Anstieg kommt ($\alpha < 0,05$).

Mit dem PAP steigt parallel der Pulmonalkapillarverschlußdruck an ($\alpha < 0,05$). So resultiert auch in der NLA-Gruppe ein konstanter strömungswirksamer Druckgradient (Abb. 3).

Postoperativ ergibt sich, ebenso wie bei Narkose- und Operationsbeginn eine signifikante Zunahme im PCWP ($\alpha < 0,05$).

Tab. 12 Veränderungen von Schlagindex (SI), mittlerem arteriellem Blutdruck (MAP), peripherem Gesamtströmungswiderstand (TPR), zentralvenösen Druck (ZVD) und Rechtsventrikulärer Schlagarbeit (RVSW) der Patienten mit Neuroleptanalgesie ($n = 9$). ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

	C	NE	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
	Operation								
SI ml/min/m ²	42,0 ± 2,1	38,0 ± 3,1	41,0 ± 2,1	42,0 ± 3,2	46,0 ± 5,1	41,0 ± 3,2	49,0 ± 2,8 ^{a)}		
MAP mmHg	108 ± 4,8	95 ± 8,4	104 ± 4,3	124 ± 11,3 ^{a)}	131 ± 13,5 ^{a)}	119 ± 7,9	134 ± 7,9 ^{b)}		
TPR dynes sec cm ⁻⁵	1307 ± 82,9	1334 ± 129,2	1311 ± 69,1	1568 ± 197,1	1639 ± 33,2	1640 ± 162,7	1302 ± 62,2		
ZVD mmHg	3,1 ± 0,9	6,1 ± 1,1 ^{a)}	6,6 ± 1,9 ^{a)}	7,6 ± 0,4 ^{a)}	5,3 ± 1,2 ^{a)}	5,3 ± 1,1 ^{a)}	6,9 ± 1,8 ^{a)}		
RVSW g m	14,1 ± 2,2	16,3 ± 3,4	18,9 ± 3,8 ^{a)}	19,9 ± 2,7 ^{a)}	19,7 ± 2,6 ^{a)}	16,4 ± 2,5	27,7 ± 5,1 ^{a)}		

Signifikanz gegenüber dem Kontrollwert

a) $\alpha < 0,05$

b) $\alpha < 0,01$

Auffällig ist der Anstieg des pulmonalen Gefäßwiderstandes in der NLA-Gruppe bis T_2 , 30 Minuten nach Operationsbeginn. Der Mittelwert hat aber eine relativ große Streubreite durch 2 Einzeldaten, so daß bei der Analyse der Einzelwerte der Anstieg im PVR nicht in dem Maße ausfällt, wie er optisch in Abb. 3 erscheint. Bei diesen 2 Patienten bleibt der strömungswirksame Druckgradient bei einer leichten Zunahme von 3 mmHg bzw. 1 mmHg nahezu konstant. Die Steigerung des PVR um 55 % bzw. 33 % wird durch die HMV-Abnahme bedingt. Da das Schlagvolumen konstant bleibt, resultiert die HMV-Abnahme durch Frequenzerniedrigung um 10 bzw. 8 Schläge/Minute. Im weiteren Verlauf des PVR zeigt sich eine Normalisierung auf das Niveau des Kontrollwertes, auch bei den erwähnten Patienten. Postoperativ ist der PVR nur leicht gegenüber dem Kontrollwert erniedrigt ($\alpha > 0,05$).

Nach der NLA-Einleitung nimmt die Linksventrikuläre Schlagarbeit bei 8 Patienten um 28% ab ($\alpha < 0,05$).

Mit Operationsbeginn steigt die Schlagarbeit des linken Herzens bis T_2 wieder auf Ausgangswerte an. Während der weiteren Operation unter Neuroleptanalgesie zeigt sich ein konstanter Verlauf der LVSW (Abb. 4). Nach Operationsende und Extubation nimmt bei allen Patienten die LVSW im Mittel um 20 % zu ($\alpha < 0,05$).

Die Rechtsventrikuläre Schlagarbeit ist auf Grund der Zunahme des Pulmonalarteriendruckes während der Operation erhöht ($\alpha < 0,05$). Auch nach Ende der Operation und Narkose ist noch bei 7/9 Patienten eine Zunahme von 97 % festzustellen ($\alpha < 0,05$).

Nahezu parallel zu dem Verhalten der Schlagarbeit des Herzens verläuft die Kurve des "TTI" (Abb. 4). An den Abfall ($\alpha < 0,05$) nach NLA-Einleitung und die intraoperative Nivellierung auf den Kontrollwert, schließt sich bei allen Patienten ein Anstieg um 42 % nach Extubation an ($\alpha < 0,01$).

II. Veränderungen von Hämatokrit und Hämoglobin

1) KEAA-Gruppe

Auf Grund unterschiedlicher Blutverluste zwischen 100-500 ml (der Blutverlust wurde von den Anästhesisten und Chirurgen geschätzt) durch verschiedene Operationen und Operationszeiten, nahmen der Hämatokrit im Mittel um 6 % und die Hämoglobinkonzentration im Mittel um 2,8 g% ab.

Zwei Patienten mit Blutverlusten über 500 ml wurde kein Fremdblut transfundiert. Nach klinischen Gesichtspunkten war die Transfusion von Fremdblut während der Operation bei diesen 2 Patienten nicht notwendig gewesen, obwohl die Indikation auf Grund der intraoperativen Hämatokritwerte von 23 % und 28 % gegeben gewesen wäre (von den intraoperativen Blutentnahmen wurden die Hämatokritwerte in beiden Gruppen erst nach Operationsende bestimmt).

Einem Patienten mit einem Blutverlust von 1500 ml wurden 1000 ml Fremdblut intraoperativ transfundiert.

Der Hämatokrit fiel von einem mittleren Ausgangswert von 38 % nach 50 Minuten Operation auf 33 % ab. Nach Beendigung der Operationen lag der Hkt. im Mittel bei 32 % (Tab. 13).

Die Hämoglobinkonzentration nahm von einem mittleren präoperativen Wert von 12,8 g% über 11,3 g% nach 50 Minuten Operation auf 10,6 g% nach Operationsende ab.

2) NLA-Gruppe

Bei 4 Patienten lag der intraoperative Blutverlust bei 600-1000 ml, ohne daß diesen Patienten Fremdblut transfundiert wurde. Auch hier waren klinische Gesichtspunkte entscheidend.

Bei 1 Patientin wäre auf Grund ihres intraoperativen Hkt. von 23 % die Transfusion von Fremdblut indiziert gewesen. Es wurden aber weder intra-, noch postoperative Komplikationen beobachtet.

Die Hkt.-Werte der 3 anderen Patienten bestätigten im Nachhinein

Tab. 13 Verhalten von Hämatokrit (Hkt), Hämoglobin (Hb), arteriellem Sauerstoffpartialdruck (p_{aO_2}), arterieller Sauerstoffsättigung (S_{aO_2}), systemischer Sauerstofftransportkapazität (O_2 -A), Sauerstoffverbrauch ($\dot{V}O_2$), Sauerstoffextraktion (O_2 -X'-Ratio) und Base Excess (BE) der Patienten mit kombinierter Elektroakupunkturanalgesie ($n = 11$) ($\bar{x} \pm SEM$)

	C	NE	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
				Stimulation			Operation		
Hkt	%	38,0 $\pm$ 1,6	-	-	33,0 $\pm$ 1,5			32,0 $\pm$ 1,8 ^{b)}	
Hb	g %	12,8 $\pm$ 0,5	-	-	11,3 $\pm$ 0,6			10,6 $\pm$ 0,6 ^{b)}	
p_{aO_2}	mmHg	90 $\pm$ 5,8	-	-	159 $\pm$ 9,7 ^{b)}			112 $\pm$ 11,8	
S_{aO_2}	%	95 $\pm$ 1,0	-	-	98 $\pm$ 0 ^{a)}			96 $\pm$ 1,2	
O_2 -A	ml/min/m ²	57,7 $\pm$ 4,4	-	-	57,4 $\pm$ 5,3			56,2 $\pm$ 5,5	
$\dot{V}O_2$	ml/min/m ²	15,4 $\pm$ 1,3	-	-	10,4 $\pm$ 2,5			21,6 $\pm$ 3,1	
O_2 -X'-Ratio		0,24 $\pm$ 0,02	-	-	0,16 $\pm$ 0,03			0,35 $\pm$ 0,29 ^{b)}	
BE	meq/l	-1,2 $\pm$ 0,85	-	-	-2,7 $\pm$ 0,78			-5,1 $\pm$ 0,46 ^{a)}	

Signifikanz gegenüber dem Kontrollwert: a) $\alpha < 0,05$ b) $\alpha < 0,01$

die Entscheidung, diesen Patienten kein Fremdblut zu transfundieren.

Insgesamt haben 3/9 Patienten Fremdblut erhalten, 2 Patienten je 500 ml und 1 Patient 1000 ml.

Der präoperative Hämatokritwert, im Mittel 34 %, fiel nach 30 Minuten Operation auf 29 % ab (Tab. 14). Durch die Fremdbluttransfusionen stieg nach einer weiteren Stunde Operation der Hkt. auf 32 % an.

Nach Operationsende betrug der mittlere Hkt. 30 %.

Die Hämoglobinkonzentration nahm von einem Ausgangswert von 11 g% um 1 g% nach 30 Minuten Operation ab.

Postoperativ betrug die Hämoglobinkonzentration 10 g% (Tab. 14).

III. Verhalten der Blutgase während beziehungsweise nach Narkose und Operation

1) KEAA-Gruppe

Das Verhalten des $p\text{CO}_2$ entspricht den Bedingungen unter Narkose mit mäßiger Hyperventilation. Intraoperativ liegt der $p\text{CO}_2$ bei 30 mmHg, während nach Extubation nahezu keine Veränderung zu dem Ausgangswert von 42 mmHg zu finden ist (Abb. 5).

Der arterielle $p\text{O}_2$ liegt auf Grund der erhöhten inspiratorischen Sauerstoffkonzentration während der maschinellen Beatmung bei 160 mmHg.

Die Sauerstoffsättigung beträgt während der Narkose 98 %.

Die arterio-zentralvenöse Sauerstoffgehaltsdifferenz in Vol.% zeigt während der Narkose keine wesentlichen Änderungen (Abb. 4).

30 Minuten nach Operationsbeginn nimmt der arterielle O_2 -Gehalt ab und bei konstantem venösem O_2 -Gehalt sinkt die AVDO_2 um 39 % ab.

Nach Extubation ist die AVDO_2 um 23 % gegenüber dem Kontrollwert erhöht.

Die Körpertemperatur der Patienten wurde über eine im Oesophagus gelegene Temperatursonde gemessen. In beiden Gruppen fiel die Körpertemperatur während Narkose und Operation um 1-2 °C ab. Der O₂-Verbrauch wurde daher nach den Angaben von ROTHE (121) auf die Körpertemperatur von 37 °C korrigiert.

Der O₂-Verbrauch und die O₂-Extraktion sind während Narkose und Operation um 32 % bzw. 33 % erniedrigt (Tab. 13). Nach Extubation steigt die O₂-Extraktion um 45 % an, bei einem zum gleichen Zeitpunkt um 40 % gegenüber dem Kontrollwert erhöhtem O₂-Verbrauch.

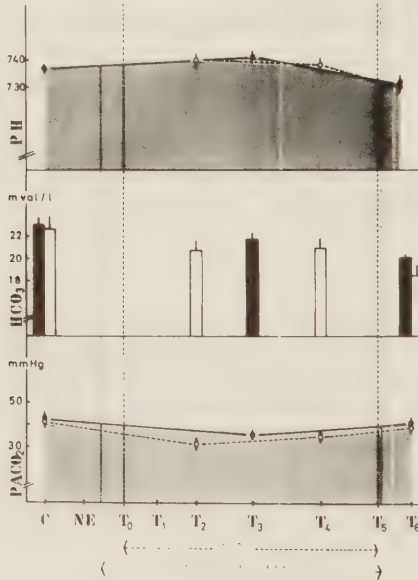


Abb. 5 Veränderungen von pH im arteriellen Blut, Standardbikarbonat (HCO₃⁻) und arteriellem CO₂-Partialdruck (p_aCO₂) während kombinierter Elektroakupunktur-(n = 11) und Neuroleptanalgesie (n = 9). ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

KEAA-Gruppe:—●—, durchgezogene Linien, schwarze Säulen

NLA- Gruppe:--○--, unterbrochene Linien, weiße Säulen

Tab. 14 Verhalten von Hämatokrit (Hkt), Hämoglobin (Hb), arteriellem Sauerstoffpartialdruck (p_aO_2), arterieller Sauerstoffsättigung (S_aO_2), systemischer Sauerstofftransportkapazität (O_2-A), Sauerstoffverbrauch ($\dot{V}O_2$), Sauerstoffextraktion (O_2-X' -Ratio) und Base Excess (BE) der Patienten mit Neuroleptanalgesie ($n = 9$).
($\bar{x} \pm SEM$)

	C	NE	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6
				Operation					
Hkt	%	$34,0 \pm 2,4$	-	$29,0 \pm 3,3^a$		$32,0 \pm 2,9$		$30,0 \pm 1,7$	
Hb	g %	$11,4 \pm 0,9$	-	$9,9 \pm 1,2$		$9,6 \pm 0,6$		$10,2 \pm 0,6$	
p_aO_2	mmHg	$79 \pm 3,6$	-	$140 \pm 7,6^b$		$151 \pm 16,7^b$		$136 \pm 15,9^a$	
S_aO_2	%	$93 \pm 0,9$	-	98 ± 0^a		98 ± 0^a		$97 \pm 0,8^a$	
O_2A	ml/min/m ²	$49,4 \pm 3,3$	-	$42,0 \pm 4,0$		$43,7 \pm 2,6$		$55,1 \pm 3,4^a$	
$\dot{V}O_2$	ml/min/m ²	$18,3 \pm 2,4$	-	$11,1 \pm 1,1^a$		$9,5 \pm 0,6^a$		$21,3 \pm 3,9$	
O_2-X' -Ratio		$0,29 \pm 0,02$	-	$0,23 \pm 0,02^a$		$0,19 \pm 0,01^a$		$0,34 \pm 0,04$	
BE	meq/l	$-1,6 \pm 1,49$	-	$-4,3 \pm 1,32^a$		$-3,8 \pm 1,17^a$		$-7,2 \pm 1,28^a$	

Signifikanz gegenüber dem Kontrollwert

a) $\alpha < 0,05$

b) $\alpha < 0,01$

2) NLA-Gruppe

Die mäßige Hyperventilation bewirkt die Abnahme des $p\text{CO}_2$ während Narkose und Operation auf ein nahezu konstantes Niveau von 30 mmHg (Abb. 5). Nach Narkoseende ist der $p\text{CO}_2$ gegenüber dem Kontrollwert von 41 mmHg nicht verändert.

Durch die erhöhte inspiratorische Sauerstoffkonzentration liegt der $p\text{O}_2$ bei 150 mmHg.

Die Sauerstoffsättigung beträgt während der kontrollierten Beatmung 98 %.

Gegen Ende der Narkose steigt der venöse O_2 -Gehalt, wohingegen bei nur gering zunehmendem arteriellem O_2 -Gehalt die AVDO_2 um 29 % abnimmt.

Nach Extubation ist die AVDO_2 um 10% gegenüber dem Kontrollwert erhöht (Abb. 4).

Während der Narkose ist die O_2 -Transportkapazität um 12 % erniedrigt. Gleichzeitig nehmen die O_2 -Extraktion und der O_2 -Verbrauch ab ($\alpha < 0,05$). Nach Operationsende und Extubation steigen die O_2 -Extraktion und der O_2 -Verbrauch um 17 % bzw. 16 % gegenüber dem Kontrollwert an. Die O_2 -Transportkapazität nimmt um 12 % zu ($\alpha < 0,05$; Tab. 14).

IV. Veränderungen im Säure-Basen-Haushalt während beziehungsweise nach Narkose und Operation

1) KEAA-Gruppe

Der mittlere Ausgangswert des pH-Wert im arteriellem Blut liegt bei 7,37. Bis zum Meßzeitpunkt bei Operationsmitte kommt es bei allen Patienten zu einem Anstieg des pH, im Mittel um 0,04 pH-Einheiten.

Die postoperativen Werte liegen um 0,06 pH-Einheiten unter dem Kontrollwert (Abb. 5).

Tab. 15 Relaxierung mit Pancuroniumbromid in der KEAA-Gruppe (n = 11)

	Minimum	Maximum	Mittel
Pancuroniumbromid			
1) Einleitungs-dosen			
Intubationsdosis	mg 1,0	2,0	1,1
Initialdosis	mg 5,0	8,0	5,9
2) Nachrelaxierungs-dosen	mg 2,0	11,0	5,1
Operationsdauer	min 50	290	131
Körpergewicht	kg 52	105	67
Pancuroniumbromid			
Intraoperativ : 0,08 mg / kg KG			
Insgesamt(1+2): 0,19 mg / kg KG			

Die Standardbikarbonatkonzentration beträgt zum Zeitpunkt der Kontrollmessung 23,1 mval/l. Intraoperativ fällt das Bikarbonat leicht ab (Abb. 5). Nach Operationsende findet sich bei allen Patienten eine Abnahme von im Mittel 3 mval/l.

Während der Operation fällt der Base Excess um 1,5 meq/l um 1,5 meq/l unter dem Kontrollwert von -1,2 meq/l.

Postoperativ ist der Base Excess bis auf -5,1 meq/l weiter in den azidotischen Bereich abgesunken (Tab. 13).

2) NLA-Gruppe

Der mittlere pH-Ausgangswert liegt ebenso wie in der KEAA-Gruppe bei 7,37. Bis Operationsmitte steigt der pH zwischen 0,01-0,10 pH-Einheiten an, während er mit zunehmender Operations- und Narkosedauer wieder abfällt (Abb. 5).

Postoperativ beträgt der pH-Wert 7,30.

Intraoperativ nimmt das Standardbikarbonat von dem Ausgangswert bei 22,7 mval/l um 1,9 mval/l ab. Nach Extubation beträgt die Standardbikarbonatkonzentration 18,5 mval/l.

Der Base Excess fällt von -1,6 meq/l zum Zeitpunkt der Kontrollmessung auf -4,3 meq/l nach 50 Minuten Operationsdauer ab (Tab. 14).

Postoperativ ist der Base Excess weiter in den azidotischen Bereich bis -7,3 meq/l verschoben.

V. Verbrauch an Relaxationsmitteln während Narkose und Operation

1) Succinylcholin

Der Verbrauch an Succinylcholin lag bei beiden Gruppen entsprechend dem Einleitungsschema bei 1 mg/kg KG.

Die Höchstdosis betrug 80 mg/Patient.

Tab. 16 Relaxierung mit Pancuroniumbromid in der NLA-Gruppe (n = 9)

	Minimum	Maximum	Mittel
Pancuroniumbromid			
1) Einleitungs-dosen			
Intubationsdosis	1,0	2,0	1,1
Initialdosis	5,0	8,0	6,3
2) Nachrelaxierungs-dosen	0	6,5	2,6
Operationsdauer	45	240	115
Körpergewicht	50	100	74
Pancuroniumbromid			
	Intraoperativ : 0,04 mg / kg KG		
	Insgesamt(1+2): 0,14 mg / kg KG		

2) Pancuroniumbromid

KEAA-Gruppe

Die Relaxierungsdosen der Patienten mit kombinierter Elektroakupunkturanalgesie sind in Tab. 15 zusammengefaßt.

Die nach dem Einleitungsschema vorgesehene Dosis von 1,0 mg Pancuroniumbromid wurde bei einem Patienten überschritten. Er bekam auf Grund seines Körpergewichtes von 105 kg 2mg Pancuroniumbromid injiziert.

Die Nachrelaxierungsdosen entsprachen dem Körpergewicht der Patienten, den Operationszeiten und den individuellen Gegebenheiten unter Operation und Narkose.

Dementsprechend ergab sich ein intraoperativer Verbrauch an Pancuroniumbromid von 0,08 mg/kg KG bei einer mittleren Operationsdauer von 130 Minuten.

Insgesamt, also zusammen mit den Intubations- und Initialdosen, wurden die Patienten in der KEAA-Gruppe mit 0,19 mg/kg KG Pancuroniumbromid relaxiert.

NLA-Gruppe

Wie in der KEAA-Gruppe erhielt 1 Patient auf Grund seines Körpergewichtes von 100 kg eine Intubationsdosis von 2 mg Pancuroniumbromid. Die intraoperativen Nachrelaxierungsdosen waren entsprechend der kürzeren Operationszeiten gegenüber der KEAA-Gruppe niedriger (Tab. 16).

VI. Intraoperativer Analgetikaverbrauch der Patienten

1) KEAA-Gruppe

Für die 11 Patienten mit kombinierter Elektroakupunkturanalgesie ist intraoperativ nur noch Stickoxydul als Anästhetikum mit analgetischer Wirkung zu berücksichtigen.

Es wurden keine weiteren Analgetika gegeben.

Tab. 17 Intraoperativer Verbrauch an Analgetika (Fentanyl) der Patienten mit Neuroleptanalgesie (n = 9)

		Minimum	Maximum	Mittel
Operationsdauer	min	45	240	115
Fentanyl- Nachinjektionen (intraoperativ)	mg/Pat.	0,2	0,9	0,51
		Fentanyl dosis		
		Intraoperativ: 0,51 mg / Pat.		

2) NLA-Gruppe

Den 9 Patienten mit Neuroleptanalgesie wurden insgesamt während der Operationen 4,60 mg Fentanyl injiziert. Das ergibt einen Mittelwert von 0,51 mg Fentanyl/Patient bei einer mittleren Operationszeit von 115 ± 23 Minuten (Tab. 17).

Die Nachinjektionen richteten sich nach den im NLA-Weiterführungsschema (Tab. 8) genannten Kriterien.

VII. Postoperativer Verlauf

1) KEAA-Gruppe

Bei den Patienten mit kombinierter Elektroakupunkturanalgesie bestand eine komplette Amnesie über die Operation.

Alle Patienten waren postoperativ im Vergleich zu den Patienten der NLA-Gruppe schneller wach und ansprechbar.

Abhusten und die Atmung waren erleichtert.

Übelkeit oder Erbrechen wurden nicht beobachtet.

Die Patienten mit kombinierter Elektroakupunkturanalgesie gaben einen Tag nach der Operation auf Befragen an, die Narkose als sehr angenehm empfunden zu haben.

Der mittlere Verbrauch an synthetischen Opiaten innerhalb der ersten 24 Stunden nach Operationsende wie Pentazocin, Pethidin und Levorphanol, umgerechnet auf die analgetische Potenz der therapeutischen Einzeldosis von Morphin (56), lag in der KEAA-Gruppe bei 1,5 Equipotenzen/Patient.

Die längste postoperativ schmerzfreie Zeit lag bei 595 Minuten, einem Patienten wurde bereits nach 108 Minuten post operationem ein Schmerzmittel gegeben (Tab. 18); 4/11 Patienten benötigten keine Analgetika.

Tab. 18 Postoperativer Schmerzmittelverbrauch und schmerzfreie Zeiten der Patienten mit kombinierter Elektroakupunkturanalgesie (n = 11)

		Minimum	Maximum	Mittel
Operationszeit	min	50	290	131
Schmerzfreies Intervall	min	108	595	262
Schmerzfreie Patienten		4	4	4
Synthetische Opiate (Pentazocin, Pethidin, Levorphanol)	Morphin-Equipotenzen	0	4,0	1,5

2) NLA-Gruppe

Auch bei den Patienten mit Neuroleptanalgesie bestand eine komplette Amnesie über die Operation.

Postoperativ wurden weder Übelkeit noch Erbrechen beobachtet.

Die Patienten mit Neuroleptanalgesie waren jedoch nach Operationsende nicht so schnell wach und ansprechbar, wie die Patienten mit kombinierter Elektroakupunkturanalgesie. Alle Patienten konnten aber 30 Minuten nach Operationsende aus dem Operationssaal entlassen werden; eine Nachbeatmung war in keinem Fall notwendig.

Auch in dieser Gruppe waren alle Patienten mit der Narkoseart zufrieden.

Der mittlere postoperative Verbrauch an synthetischen Opiaten innerhalb der ersten 24 Stunden nach Operationsende lag im Mittel bei 1,4 Equipotenzen/Patient (Tab. 19).

Die längste schmerzfreie Zeit lag bei 835 Minuten nach Operationsende, 1 Patient benötigte bereits nach 55 Minuten post operationem ein Analgetikum. Innerhalb der ersten 24 Stunden nach Operationsende benötigten 4/9 Patienten keine Analgetika.

Tab. 19 Postoperativer Schmerzmittelbrauch und schmerzfreie Zeiten der Patienten mit Neuroleptanalgesie (n = 9)

		Minimum	Maximum	Mittel
Operationszeit	min	45	240	115
Schmerzfreies Intervall	min	55	835	433
Schmerzfreie Patienten		4	4	4
Synthetische Opiate (Pentazocin ⁺ , Pethidin ⁺⁺ , Levorphanol ⁺⁺⁺)	Morphin-Equipotenzen	0	5,5	1,4

- ⁺ Fortral^R, Winthrop GmbH, Frankfurt a. M.
⁺⁺ Dolantin^R, Höchst AG, Frankfurt a. M.
⁺⁺⁺ Dromoran^R, Hoffmann-La Roche, Grenzach/Baden

D. DISKUSSION

I. Die kombinierte Elektroakupunkturanalgesie -

eine Alternative zur konventionellen Neuroleptanalgesie

1) Auswirkungen auf die Hämodynamik des arteriellen und des Niederdrucksystems

a) Verhalten in der Einleitungsphase und nach Operationsbeginn

Die Narkoseeinleitung stellt die komplikationsreichste Phase der gesamten Narkose dar. Neben Komplikationen von seiten der Respiration, des Gastrointestinaltraktes und des Stoffwechsels, ist vorallem die Beeinflussung der Hämodynamik für den Patienten noch immer mit einem hohen Risiko verbunden (42, 97). Um diese Gefährdung zu vermeiden, werden heute Anästhetika zur Induktion der Narkose verwendet, die möglichst geringe Reaktionen von Herz und Kreislauf hervorrufen. Leichte negativ inotrope Effekte sind aber dennoch während nahezu jeder der heutzutage angewandten kombinierten Narkoseeinleitungen zu erwarten (5, 78, 93, 130).

Deshalb ist es bemerkenswert, daß in der vorliegenden Studie nach Narkoseeinleitung mit Flunitrazepam und Stimulationsbeginn keine kardio-depressiven Reaktionen festgestellt werden konnten.

Die Herzfrequenz der stimulierten Patienten verhielt sich konstant, ebenso war keine Veränderung des Herzminutenvolumens bzw. des Herzindex zu beobachten. Da auch der blutig gemessene arterielle Blutdruck stabil blieb, resultierte daraus ein unveränderter peripherer Strömungswiderstand.

Bei einem Patienten kam es während der Narkoseeinleitung bzw. Intubation zu einer kurzfristigen Tachykardie und einem Anstieg des systolischen Blutdruckes um 30 mmHg. Zu diesem Zeitpunkt war bei diesem Patienten noch nicht mit der Elektrostimulation begonnen worden, so daß diese

Kreislaufreaktionen auf die Intubation zurückzuführen sind. Nach Untersuchungen von TAKKI et al. (128) kommt es unter Intubation zu einem Reiz der efferenten Fasern des Halssympathicus, der die Anstiege in der Herzfrequenz und im Blutdruck zur Folge hat.

RICHTER et al. (105, 106) fanden bei herzchirurgischen Patienten nach Beginn der Elektrostimulation einen Anstieg des systolischen Blutdrucks um 30 mmHg. In Übereinstimmung mit den vorliegenden Ergebnissen wurde jedoch keine Zunahme der Herzfrequenz festgestellt. Als Ursache für den systolischen Druckanstieg wird ein erhöhter Sympathicotonus diskutiert, der möglicherweise die Freisetzung vasoaktiver Substanzen bewirken soll. Eine Bestimmung dieser Substanzen wurde jedoch nicht durchgeführt. Da auch das Herzminutenvolumen nicht gemessen wurde, konnte auch keine Aussage über das Verhalten des peripheren Strömungswiderstandes gemacht werden.

HERGET et al. (61) dagegen beobachteten ebenso bei Patienten mit offenen Herzoperationen nach Wirksamwerden der Elektrostimulation einen systolischen Blutdruckanstieg von nur 10 mmHg. Die Herzfrequenz veränderte sich auch nach den Ergebnissen dieser Untersuchung nicht. Obwohl auch HERGET einen gesteigerten Sympathicotonus unter Elektrostimulation annimmt, lag die von ihm gemessene Blutzucker-Konzentration signifikant unter der eines Neuroleptkontrollkollektivs (142).

Einen leichten Abfall der Pulsfrequenz und des systolischen Blutdrucks um 20 mmHg nach Narkoseeinleitung der kombinierten Elektro-Stimulationsanästhesie stellten GLOECKNER et al. (41) fest. Nach ihrer Methode wird die Narkoseeinleitung mit Fentanyl und teilweise mit Dehydrobenzperidol vorgenommen, deshalb ist zu diskutieren, inwieweit die beschriebenen Reaktionen von Puls und Blutdruck von diesen Anästhetika mitverursacht werden.

In Übereinstimmung mit den vorliegenden Ergebnissen dieser Untersuchung fanden sowohl GRABOW et al. (44), als auch DOENICKE et al. (20) keine Zunahme des systolischen Blutdrucks nach Narkoseeinleitung und Beginn der Elektrostimulation. DOENICKE et al. beschreiben jedoch einen signifikanten Anstieg der Herzfrequenz nach Intubation und Stimulationsbeginn.

Nach Narkoseeinleitung entspricht das Verhalten der Hämodynamik der Patienten in der Neuroleptkontrollgruppe im wesentlichen den bereits bekannten Ergebnissen.

Obwohl die intraoperative Kreislaufstabilität einen wesentlichen Vorteil dieses Narkoseverfahrens darstellt, ist dagegen während der NLA-Einleitung eher eine Phase der Kreislauf labilität beziehungsweise der Stabilisierung zu beobachten (11, 29, 92). Dies ist hauptsächlich auf die Wirkung des Dehydrobenzperidols zurückzuführen, das eine mäßig-gradige Weitstellung der Gefäßperipherie, jedoch ohne Tonusverlust, bewirkt (11, 18).

Der arterielle Blutdruck, die Herzfrequenz und der Herzindex fielen in dieser Untersuchung nach Narkoseeinleitung nur schwach signifikant ab ($p < 0,05$).

Tierexperimentelle Untersuchungen der Sympathicusaktivität und des Kreislaufverhaltens unter Neuroleptnarkose sprechen dafür, daß die Blutdrucksenkung nach Dehydrobenzperidol überwiegend Folge der zentralen Sympathicusdämpfung ist (132). Eine periphere Wirkungskomponente ist nach diesen Untersuchungen nur von untergeordneter Bedeutung. In der vorliegenden Studie wurde im Mittel keine signifikante Änderung des peripheren Strömungswiderstandes festgestellt.

Bei 5 Patienten fiel der TPR zwischen 4-26 % gegenüber dem Ausgangswert ab, bei einem blieb er konstant, während bei 3 Patienten eine Zunahme zu finden war.

Nach diesen Ergebnissen ist eine Dosierung von 5 mg Dehydrobenzperidol zweckmäßig und ausreichend, da die alpha-Rezeptoren-Blockade nicht in dem starken Maße ausgeprägt ist, wie bei der von HENSCHEL vorgeschlagenen NLA-Standard-Technik (57, 58). Die Reduzierung der Dehydrobenzperidoldosis von 20 mg auf 5 mg ist hinsichtlich der dadurch verminderten alpha-rezeptorenblockierenden Wirkung sowie der relativ langen Wirkungsdauer sicher ratsam.

Die Abnahme des Herzindex der NLA-Patienten beruht auf den leicht erniedrigten Schlagindices und der gleichzeitigen Herzfrequenzabnahme, die auf das Fentanyl zurückzuführen sein dürfte, dem eine bradykarde Wirkung zugesprochen wird (34, 46, 91, 103). Die Bradykardie wird als Folge einer zentralen Stimulation des Herzvagus durch Fentanyl angesehen.

Das ebenfalls zur Narkoseeinleitung verwendete Kurzzeithypnotikum Etomidate verhält sich nach den Ergebnissen vieler Untersuchungen (10, 22, 24, 26, 55, 67, 69, 104) weitgehend kreislaufneutral. Eine Histaminfreisetzung durch Etomidate ist nicht nachgewiesen (23).

In dieser Studie wurden keine punktuellen Messungen unmittelbar nach Injektion von Dehydrobenzperidol, Fentanyl, Etomidate beziehungsweise den Muskelrelaxantien vorgenommen, folglich stellen die beschriebenen Kreislaufveränderungen nach Narkoseeinleitung das Resultat der additiven Wirkung dieser Anästhetika, inklusive der Intubation dar.

Zwischen der Elektroakupunktur- und der Neuroleptkontrollgruppe wurden nach Narkoseeinleitung mit Ausnahme des "Tension-Time-Index" keine signifikanten Unterschiede in den gemessenen und errechneten Parametern festgestellt.

Der nach BRETSCHNEIDER (9) modifizierte "Tension-Time-Index", der den myokardialen Sauerstoffverbrauch gut repräsentiert (37), fiel nach NLA-Einleitung signifikant gegenüber dem der KEAA-Gruppe ab.

SONNTAG (123) fand bei gesunden Patienten unter steady state Bedingungen einer NLA im Vergleich zu Ruhebedingungen keine Beeinträchtigung des myokardialen Sauerstoffverbrauchs und der Herzinotropie, dagegen berichteten PATSCHKE et al. (91) über einen Abfall des "TTI" nach Applikation von Fentanyl um 30 %.

Eine Verminderung des O_2 -Verbrauchs des Herzens nach NLA-Einleitung läßt sich auch nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie vermuten. Da die Herzfrequenz und der systolische Blutdruck die entscheidenden Determinanten des "TTI" darstellen, ist die Abnahme von 20 % weitgehend auf den Abfall dieser beiden Kreislaufparameter zurückzuführen.

Nach Operationsbeginn kommt es bei den stimulierten Patienten zu einem Anstieg des arteriellen Mitteldruck von 20 mmHg ($p < 0,01$).

Ein Blutdruckanstieg nach Operationsbeginn wird von Anästhesisten häufig beobachtet und meist mit Befriedigung zur Kenntnis genommen. Vor allem, wenn präoperativ nicht ganz befriedigende Kreislaufverhältnisse bestanden haben. Wie Untersuchungen von HALDEMANN et al. (51) zeigten, kommen diese Druckanstiege bei vielen Anästhesieverfahren, wie z.B. Narkosen mit

Äthrane, Halothane und auch bei der Neuroleptanalgesie, ausschließlich als Folge eines Anstieges des peripheren Gesamtströmungswiderstandes bei unverändert vermindertem HMV zustande.

Daher ist es wichtig zu betonen, daß der periphere Widerstand unter Elektroakupunkturanalgesie nur kurzfristig und nicht in dem Maße ($p > 0,05$) anstieg wie bei den erwähnten herkömmlichen Narkoseverfahren. Bei konstanter Herzfrequenz nahm parallel das Schlagvolumen und somit auch das nach Narkoseeinleitung unverminderte Herzminutenvolumen zu.

DOENICKE et al. (20) schlagen vor, bereits 15-20 Minuten vor dem Hautschnitt elektrisch zu stimulieren, um diese Blutdruckanstiege zu verhindern.

Aber auch diese Arbeitsgruppe fand einen Anstieg des systolischen Blutdrucks nach Operationsbeginn zwischen 25-40 mmHg, zusätzlich wurde ein signifikanter Anstieg der Herzfrequenz beobachtet.

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung fanden HERGET et al. (61) nach Hautschnitt und Sternotomie einen Anstieg des systolischen Drucks um 20 mmHg, wie auch in dieser Untersuchung, bei nicht signifikant veränderter Herzfrequenz.

RICHTER et al. (105), GRABOW et al. (43) und GLOECKNER et al. (41) berichteten übereinstimmend, daß nach den Ergebnissen ihrer Untersuchungen weder in der Herzfrequenz, noch im Blutdruck durch den Operationsbeginn zusätzliche Anstiege festzustellen waren.

Zur Interpretation dieser widersprüchlichen Ergebnisse sind die unterschiedlichen Formen der Impulsströme, -spannungen und -frequenzen in den einzelnen Studien zu berücksichtigen. Ebenso wurden auch verschiedene Einleitungsanästhetika mit der Elektrostimulation kombiniert. Inwieweit die Auswahl der Stimulationspunkte einen Einfluß auf das intraoperative Kreislaufverhalten hat, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Die Linksventrikuläre Schlagarbeit stieg 10 Minuten nach Operationsbeginn bei den stimulierten Patienten um 20 % an. Bei konstantem Herzminutenvolumen und konstanter Herzfrequenz ist dieser Anstieg ($p < 0,05$) durch die Zunahme des arteriellen Mitteldrucks bedingt.

Parallel dazu steigt auch der "TTI" an. An der Zunahme von nur 8,5 % gegenüber dem Ausgangswert läßt sich die geringe Belastung für das Myokard abschätzen. Zu der NLA-Kontrollgruppe bestehen keine signifikanten Unterschiede.

In dieser Studie wurde erstmals während kombinierter Elektroakupunkturanalgesie, neben dem Herzminutenvolumen, der Pulmonalarteriendruck und der pulmonale kapilläre Verschuß(Wedge)Druck am Menschen gemessen. Mit diesen Parametern war es unter anderen möglich, die Berechnung des pulmonalen Strömungswiderstandes durchzuführen und dessen Verhalten unter Elektrostimulation zu analysieren.

Mit Beginn der Ringer's Lactat Infusion und nach Narkoseeinleitung fiel im Pulmonalkreislauf beziehungsweise in den Lungenkapillaren der Strömungswiderstand leicht ab. Der Anstieg des mittleren Pulmonalarteriendruckes und parallel dazu der Anstieg des Lungenkapillarverschußdrucks, wie auch des zentralvenösen Drucks resultieren vermutlich aus den Effekten, die durch die Intubation der Patienten zu erklären sind.

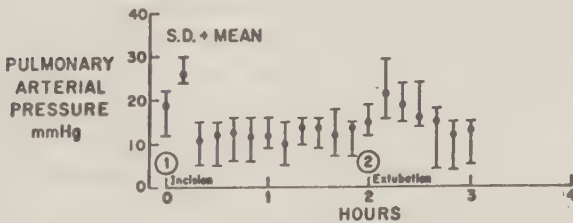


Abb. 6 Pulmonalarteriendruckanstiege während eines abdominalen Eingriffes mit minimalem Blutverlust an einem 59jährigen Patienten. Zu beachten sind die Druckanstiege in der a. pulmonalis, die gewöhnlich bei Ausführung des Hautschnittes ① und bei Operationsende bzw. während und nach Extubation ② festgestellt werden.

Aus: SHAREFKIN und MAC ARTHUR: Pulmonary arterial pressure as a guide to the hemodynamic status of surgical patients (117).

Der Mitteldruck in der a. pulmonalis der Neurolept-Gruppe stieg vergleichsweise stärker an, als bei den elektrisch stimulierten Patienten. Durch den gleichzeitigen leichten Abfall des HMV ergab sich dadurch eine Erhöhung des pulmonalen Strömungswiderstandes ($p > 0,05$) bei den Patienten mit NLA.

Nach Operationsbeginn stieg der Pulmonalarteriendruck in beiden Gruppen nicht signifikant an. Parallel dazu nahm auch der Lungenkapillardruck zu. Aus der Differenz dieser beiden Parameter errechnete sich ein nahezu konstanter strömungswirksamer Druckgradient. Bei gleichzeitig leicht zunehmendem HMV veränderte sich daher der Pulmonalgefäßwiderstand nur unwesentlich.

Pulmonalarteriendruckanstiege sind nicht nur nach Intubation (128) festzustellen, sondern auch bei Operationsbeginn mit Ausführung des Hautschnittes.

SHAREFKIN und MAC ARTHUR (117) beschrieben Anstiege des PAP bei Patienten, die sich abdominellen Eingriffen unter konventioneller Narkose zu unterziehen hatten, bei Operationsbeginn wie auch während und nach Extubation (siehe Abb. 6). Die Zunahme des PAP lag in derselben Größenordnung von 4-7 mmHg wie sie auch in dieser Untersuchung festgestellt wurde.

Aus den Ergebnissen bei herkömmlichen Narkoseverfahren kann somit geschlossen werden, daß hier keine für die kombinierte Elektroakupunkturanalgesie spezifische Reaktion vorliegt.

b) Intraoperativer Verlauf

Die Stabilität des Kreislaufs stellt eine Basisforderung an jedes Anästhesieverfahren dar.

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie entspricht die hier vorgestellte Elektroakupunkturanalgesie dieser Forderung in der Einleitungsphase weitgehend.

Während der Operation unter Elektrostimulation blieb das HMV konstant.

Da auch die HF während der gesamten Narkosedauer keine signifikanten Veränderungen gegenüber den Kontrollwerten zeigte, resultierten daraus

gleichbleibende Schlagvolumina.

Besonders in Hinblick auf die untersuchten urologischen Patienten mit zum Teil eingeschränkter Nierenfunktion, war es wichtig, während Narkose mit Elektrostimulation stabile Kreislaufverhältnisse mit konstantem HMV zu erhalten und kardiodepressive Effekte zu vermeiden. Der Gesamtkreislauf und die Nierendurchblutung beziehungsweise Nierenfunktion stehen in enger Beziehung zueinander, bekanntlich fließen 25 % des HMV durch die Nieren.

Somit ist verständlich, daß schon ein leichter Abfall des HMV eine wesentliche Verminderung der Nierendurchblutung zur Folge haben kann, wenn nicht andere wirkungsvolle Regelmechanismen einsetzen (38).

Chirurgische Manipulationen wie das Einsetzen der Haken oder Ziehen am Peritoneum hatten kurzfristige Anstiege der HF von 10-15 Schläge/Minute zur Folge, die jedoch keine weiteren hämodynamischen Konsequenzen zeigten. Diese kurzen und reversiblen Herzfrequenzanstiege wurden teilweise auch bei den Patienten mit Neuroleptanalgesie beobachtet und sind ebenso bei anderen konventionellen Narkoseverfahren beschrieben worden (47, 129).

Der periphere Strömungswiderstand, der nach Operationsbeginn leicht angestiegen war, lag bereits nach 20 Minuten wieder im Kontrollbereich. Im weiteren Verlauf ergaben sich keine Änderungen. Das bedeutet, daß die Elektroakupunkturanalgesie keine durch Aktivierung des sympathischen Systems induzierte periphere Vasokonstriktion auslöst.

Im Vergleich zur Neuroleptanalgesie-Gruppe ließen sich keine signifikanten Unterschiede im systolischen, diastolischen und mittleren arteriellen Blutdruck feststellen, ebensowenig im Verhalten des Herzindex und des peripheren Gesamtströmungswiderstandes.

Die vorliegende Untersuchung bestätigt die in vielen Arbeiten hervor gehobene Kreislaufstabilität während Operation unter Neuroleptnarkose (11, 19, 46, 57, 58, 112). Zwar fiel 50 Minuten nach Operationsbeginn die HF um 10-15 Schläge/Minute ab, durch die gleichzeitige Zunahme des Schlagvolumens wurde jedoch ein Abfall des HMVs vermieden. Auf Grund der vorher festgelegten Kriterien (Tab. 8) waren dieser Mes-

sung Nachinjektionen von Fentanyl vorausgegangen und so ist anzunehmen, daß die Bradykardie bei 5/9 Patienten durch den vagotonen Effekt des Fentanyls ausgelöst wurde.

Nach dieser Messung waren bis zum Operationsende keine weiteren Herzfrequenzänderungen festzustellen.

LEE et al. (77) fanden in tierexperimentellen Untersuchungen eine stetige Abnahme des Herzindex und des Schlagvolumens unter Elektroakupunktur um 18 % beziehungsweise 11 % bei nahezu konstanter Herzfrequenz. Während der mittlere arterielle Druck der Hunde nur minimal anstieg (1 %), nahm der periphere Strömungswiderstand gleichzeitig um 27 % zu ($p > 0,05$).

Als Ursache für die Abnahme des HMVs durch den kontinuierlichen Abfall des SV halten LEE et al. eine Beeinflussung des Parasympathicus durch die Elektrostimulation für möglich.

In den von G.T.C.LEE (76) durchgeführten Versuchen wurde die Wirkung der Elektrostimulation auf die Mikrozirkulation der Mesenterialgefäße von Ratten untersucht.

Die Stimulation induzierte einen Abfall des Blutdruckes in der a. carotis von einem Ausgangswert von 147 mmHg auf 130 mmHg. Die signifikante Vasodilatation in den Mesenterialkapillaren, -venolen und -arteriolen läßt nach LEE eine Inhibition der Aktivität von Vasokonstriktoren als Folge der Elektrostimulation vermuten.

Zu erwähnen ist, daß die experimentellen Tierversuche ohne chirurgische Eingriffe erfolgten und deshalb, abgesehen von den Speziesunterschieden, nur eine unvollständige Simulation der klinischen Verhältnisse bei Menschen darstellen. Da die hämodynamischen Parameter unter Umständen durch den Operationsstreß verändert werden können (51), ist es von Bedeutung Messungen unter Narkose sowohl prä- und postoperativ, als auch während der Operation vorzunehmen.

Zum anderen sind die in den tierexperimentellen Studien angewandten Intubationsnarkosen nur eingeschränkt vergleichbar.

In den bisher veröffentlichten klinischen Studien über Elektrostimulationsanalgesien beim Menschen wurden genaue Daten hämodynamischer Parameter hauptsächlich vom präoperativen Zeitpunkt, kurz nach Operationsbe-

ginn und nach Ende der Operationen mitgeteilt. Die Kreislaufverhältnisse werden übereinstimmend als stabil beschrieben.

MAYRHOFER et al. (138) konnten telemetrische EKG-Daten bei Operationen in klassischer chinesischer Akupunkturanalgesie in der Volksrepublik China aufzeichnen.

Ein narkoseähnlicher Zustand der präoperativ nicht sedierten Patienten wird danach ausgeschlossen, da alle Patienten typische Zeichen von Bio-rhythmen zeigten. Eine kreislaufstabilisierende Wirkung der untersuchten klassischen chinesischen Akupunktur konnte nicht bestätigt werden, da intraoperative Pulsfrequenzänderungen von 100 % dies widerlegten. Diese und andere Untersuchungen der Wiener Arbeitsgruppe (4, 83, 94) zeigen die Notwendigkeit der in der westlichen Hemisphäre von Anästhesisten angewandten Kombination der Elektrostimulation mit einer herkömmlichen Intubationsnarkose, Relaxierung und kontrollierten Beatmung.

Die Bedeutung der kontrollierten Beatmung bei Elektroakupunktur verdeutlichen auch die Ergebnisse anderer Untersuchungen (136).

OTT et al. (89) führten eine kontinuierliche Messung und Registrierung des arteriellen Druckes und der Herzfrequenz während chirurgischer Eingriffe unter kombinierter Elektroakupunkturanalgesie durch. Im Vergleich zur Neuroleptanalgesie ergaben sich intraoperativ keine signifikanten Unterschiede in der Herzfrequenz und im blutig gemessenen systolischen, diastolischen und mittleren arteriellen Druck.

DOENICKE et al. (20) verglichen die prozentualen Abweichungen der gemessenen Maximalwerte von den präoperativen Kontrollwerten für Herzfrequenz und systolischen Blutdruck während Elektro-Stimulationsanästhesie und Operation miteinander. Danach lag der Blutdruck intraoperativ bei 7/107 Patienten über 50 % des Ausgangswertes, 32 Patienten hatten eine Herzfrequenz, die 50 % des präoperativen Kontrollwertes überschritt. Während der Elektrostimulation fiel der Blutdruck wieder ab, so daß bei Operationsende im Vergleich zu den Ausgangswerten keine Veränderung zu beobachten war.

Im Pulmonalkreislauf waren nach dem schon erwähnten Anstieg des PAP und des PCWP nach Operationsbeginn im weiteren Verlauf der Narkose in

keiner der beiden Gruppen wesentliche Änderungen mehr festzustellen. Der Pulmonalgefäßwiderstand blieb während des gesamten Beobachtungszeitraums unverändert, so daß man eine präkapilläre Vasokonstriktion unter Elektrostimulation ausschließen kann.

c) Verhalten in der frühen postoperativen Phase

Ein großer Vorteil der kombinierten Elektroakupunkturanalgesie wird in der frühen postoperativen Phase an den gemessenen und berechneten hämodynamischen Parametern deutlich.

Die Ergebnisse nach Operationsende und Extubation, d.h. zum Zeitpunkt als die Patienten wieder wach und ansprechbar waren, lassen eine bemerkenswert reduzierte Belastung von Herz und Kreislauf der stimulierten Patienten im Vergleich zu den Patienten mit Neuroleptanalgesie erkennen.

Die Herzfrequenz war bei 8/11 Patienten mit Elektroakupunktur nach Extubation verglichen mit dem Ausgangswert unverändert. Zwar nahm bei 3 Patienten die Herzfrequenz zu, doch nur bei einem Patienten kam es zu einer postoperativen Tachykardie von 105/Minute, wobei die Herzfrequenz 50 % des Ausgangswertes überschritt.

Systolischer, diastolischer und mittlerer arterieller Blutdruck waren nach Extubation nicht signifikant verändert.

Der leichte Anstieg des "Tension-Time-Index" von 12 % ($p > 0,05$) läßt die geringe Zunahme des myokardialen Sauerstoffverbrauchs deutlich werden.

Dagegen wurde für die Neuroleptkontrollgruppe ein erheblicher Anstieg ($p < 0,01$) des "Tension-Time-Index" von 42 % festgestellt.

Die Steigerung des O_2 -Verbrauchs des Herzens nach Neuroleptnarkose resultierte hauptsächlich aus der Zunahme des arteriellen Drucks ($p < 0,01$), weniger aus dem postoperativen Herzfrequenzanstieg. Während der periphere Strömungswiderstand leicht abfiel, stieg das Herzminutenvolumen um 1,04 l/Min. auf den höchsten Wert der gesamten Meßperiode an.

Bei parallelem Anstieg des MAP lag daher die Linksventrikuläre Schlagarbeit nach Extubation über 20 % des Ausgangswertes.

Die abschließende Bestimmung des Herzminutenvolumens ergab bei 5/11 Patienten mit Elektrostimulation eine leichte Zunahme, während bei 6 Patienten das HMV im Vergleich zum Ausgangswert unverändert war. Der mittlere Anstieg des HMV nach Extubation betrug 0,49 l/Min. ($p < 0,05$).

Die geringe Druck-Volumen-Belastung des Herzens nach Elektroakupunktur ist auch an dem nur 9%igen Anstieg der Linksventrikulären Schlagarbeit ersichtlich.

Im Lungenkreislauf waren nach Operationsende in beiden Gruppen leichte Anstiege des Pulmonalarteriendruckes und des Lungenkapillardrucks zu beobachten; bei gleichzeitig angestiegenem Herzminutenvolumen nahm parallel der pulmonale Strömungswiderstand ab. Zwischen der Elektroakupunktur- und Neuroleptgruppe zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

Vermutlich stieg bei einem Teil der Patienten durch Husten und Anspannen der Bauchdecken der intrathorakale Druck an, was die Pulmonalarterien-druckanstiege erklären könnte. Im übrigen sei nochmals auf die Untersuchungen von SHAREFKIN und MAC ARTHUR verwiesen, die auch postoperative Druckzunahmen im Pulmonalkreislauf beschrieben und feststellten, daß 30 Minuten nach Extubation wieder ein normales Druckniveau zu finden ist (117).

Die Extubation stellt offensichtlich einen Reiz dar, der eine sympathicotone Reaktion mit den beschriebenen Wirkungen auf Herzfrequenz, Herzminutenvolumen und systemischen beziehungsweise pulmonalen Druck hervorruft. Als mögliche Ursachen für die stärkeren Änderungen der hämodynamischen Parameter bei den Patienten mit Neuroleptanalgesie ist die gegen Operationsende nachlassende Analgesie zu diskutieren. Im allgemeinen erfolgen ungefähr 20-30 Minuten vor der Hautnaht keine Nachinjektionen von Fentanyl mehr, um einen postoperativen Überhang dieses Analgetikums mit den bekannten Nebenwirkungen, vor allem die Atemdepression, zu vermeiden.

Nach den Angaben in der Literatur sind bisher noch keine Messungen des Herzminutenvolumens während kombinierter Elektroakupunkturanalgesie durchgeführt worden, so daß an dieser Stelle keine Vergleiche zu anderen Ergebnissen angestellt werden können.

OTT et al. (89) nehmen an, daß die Elektrostimulation mit einer erniedrigten Aktivität des Sympathicus einhergeht, die nach Stimulationsende noch anhält, worauf die stabilen Kreislaufverhältnisse auch nach Opera-

tions- und Stimulationsende zurückgeführt werden.

HERGET et al. (60) empfehlen das Elektrostimulationsverfahren wegen seiner geringen Nebenwirkungen besonders für Risikopatienten, obwohl diese Arbeitsgruppe einen signifikanten Anstieg des systolischen Blutdrucks am Operationsende im Vergleich zur Neuroleptanalgesie fand. Im Gegensatz dazu stehen die vorliegende und andere Untersuchungen (41, 89, 101, 109), in denen übereinstimmend kein signifikanter Unterschied im Blutdruckverhalten vor und nach Elektroakupunkturalgesie festgestellt werden konnte.

Nach den vorliegenden Ergebnissen bleibt die zentrale und periphere Reaktionslage des Organismus unter Elektrostimulation erhalten, die Irritationen der Kreislaufregulation fallen jedoch geringer aus, als während und nach Narkose mit Dehydrobenzperidol und Fentanyl.

2) Die kombinierte Elektroakupunkturalgesie: Vergleichen- de Untersuchungen bei unterschiedlichen Kombinations- und Stimulationsverfahren

Die folgende Übersicht über Elektroakupunkturalgesien mit verschiedenen Kombinations- und Stimulationsmethoden konnte auf Grund der bisher in der meist angloamerikanischen und europäischen Literatur zusammenesgestellt werden.

M.O.LEE et al. (77) untersuchten 1974 die Wirkung der Elektrostimulation auf die Hämodynamik bei Hunden unter leichter Halothannarkose. Unter einer Kurznarkose mit Thiopental (15 mg/kg) wurden die Hunde endotracheal intubiert und so beatmet, daß der arterielle $p\text{CO}_2$ bei 40 Torr lag. 0,75 % Halothan (MAC-I) wurden in 100 % Sauerstoff über einen Verdampfer verabreicht. Die Relaxierung wurde durch i.v.Dauerinfusion von 1 mg/ml Succinylcholin in physiologischer Kochsalzlösung aufrechterhalten.

Der Stimulationspunkt 'Tsu San Li' (St-36) am linken Hinterbein beim Hund wurde mit Hilfe eines vom Autor entwickelten Hautwiderstansmeßgerätes lokalisiert. Mit der Elektrostimulation dieses Punktes soll nach der klassischen chinesischen Akupunkturlehre eine Analgesie im Abdomen

erzielt werden. Eine Stahlnadel wurde in diesen Punkt gestochen und für 30 Minuten mit 6 V, 20 μ A und 50 Hz stimuliert.

LEE fand eine signifikante kontinuierliche Abnahme des Herzminutenvolumens und des Schlagvolumens und einen leichten Anstieg des peripheren Gesamtströmungswiderstandes in einem Beobachtungszeitraum von 95 Minuten nach Stimulationsende. Diese Ergebnisse standen im Gegensatz zu dem konstanten Verhalten dieser Parameter in einer nicht stimulierten Kontrollgruppe, in welcher sich weder der arterielle Mitteldruck, noch die Herzfrequenz veränderten. Der Autor führt diese Ergebnisse auf mögliche Parasympathicuseinflüsse zurück.

G.T.C. LEE (76) berichtete 1974 über einen bemerkenswerten Vasodilationseffekt in den Mesenterialkapillaren als Reaktion auf die Elektrostimulation des 'Tsu San Li'-Punktes bei Ratten.

Die Tiere wurden mit Na-Pentobarbital (20 mg/kg) intraperitoneal und zusätzlich mit Äther zur Versuchsvorbereitung narkotisiert. Für 15 Minuten wurden die Ratten mit einer Frequenz von 2 Hz und einer Spannung von 4 V bei einer Impulsdauer von 2 msec stimuliert (chin. Stimulationsgerät Modell BT-701).

Die Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit der Erythrozyten in den Mesenterialarteriolen, -kapillaren und -venolen war im Vergleich mit den nicht-stimulierten Kontrolltieren hoch signifikant. Der Druck in der a. carotis fiel während der Elektroakupunktur signifikant ab. Nach Beendigung der Stimulation kehrten die gemessenen Parameter innerhalb von 6 Minuten auf ihre Ausgangswerte zurück. Die beobachtete Vasodilatation während der Elektrostimulation bedeutet nach Meinung des Autors, daß die Akupunktur eine Inhibition der sympathischen Vasokonstriktorenaktivität bewirkt.

Seit März 1972 werden in Wien von der Arbeitsgruppe um BENZER und MAYRHÖFER (4, 94) Operationen in Akupunkturanalgesie vorgenommen. Je nach Operation werden verschiedene Akupunkturpunkte stimuliert, die auf Grund von Erfahrungen anlässlich einer Studienreise nach China ausgewählt worden sind (83). BENZER et al. unterscheiden die klassischen auf den Meridianen gelegenen Punkte von lokalen Punkten, die beidseits des Hautschnitts subcutan gestochen werden. Die Meridianpunkte werden mit einer

langsamen Frequenz von ca. 3-6 Hz, die sogenannten lokalen Nadeln mit einer höheren Frequenz von ca. 25-30 Hz stimuliert. Die Stimulationsgeräte sind Spannungsgeneratoren, welche sägezahnähnliche Wechselströme liefern. Bei der klassischen chinesischen Akupunktur-Analgesie werden Spannungen von 0,5-2 V und Stromstärken von ca. 1 mA bei einer Impulsdauer von 0,4 msec verwendet.

Der Erfolg oder Mißerfolg wurde nach einem Schema beurteilt, anhand dessen der Schmerz subjektiv von den Patienten und objektiv von einem neutralen Beobachter eingeschätzt wird und in ein Punktesystem eingeht, neben anderen Kriterien wie Atmung, Bewegung, Gesichtsausdruck, Schwitzen und Kreislauf (4). Nach diesem Schema gibt die Wiener Arbeitsgruppe bei 102 Operationen in klassischer chinesischer Akupunktur-Analgesie eine Erfolgsquote von 64 % an.

Seit Oktober 1972 verwenden BENZER et al. zusätzlich die sogenannte "2-Stufen-Akupunktur-Analgesie". Nach Prämedikation mit Thalamonal erfolgt die Narkoseeinleitung nach Anlegen einer Infusion und Vorinjektion von 3 mg Alloferin mit Dehydrobenzperidol (1,0-1,5 mg/10 kg KG). Anschließend wird eine Einschlafdosierung von Thiopental oder Diazepam gegeben und nach Gabe von Succinylcholin intubiert.

Die Akupunkturnadeln werden im Bereich des linken Ohres und beider Unterarme gesetzt und elektrisch stimuliert. Nähere Angaben wie die Stimulationspunkte identifiziert werden, machen die Verfasser nicht. Im Vergleich zu der oben beschriebenen Methode werden höhere Spannungen und Stromstärken (bis 100 mA) verwendet.

Zur Aufrechterhaltung der Analgesie wird die Akupunktur mittels Nadel und Elektrostimulation, die Beatmung mit dem Engströmrespirator bei einem Lachgas-Sauerstoff-Gemisch von 50 oder weniger Prozent Lachgas verwendet. Relaxiert wird mit Alloferin. Die Indikation für die Nachinjektion von Dehydrobenzperidol wird von den Autoren nicht präzisiert.

In einer Modifikation dieser Methode wird auf den Einsatz von Dehydrobenzperidol verzichtet.

Nach dem von BENZER et al. zuletzt angewandeten Verfahren wird auch weitgehend auf die Elektrostimulation der nach der klassischen chinesischen Akupunkturlehre beschriebenen Punkte verzichtet. Vielmehr werden lange Nadeln percutan beidseits der oberen Thoraxwirbelsäule appliziert

und diese ebenfalls elektrisch stimuliert. Die Wiener Arbeitsgruppe beobachtete, daß dadurch eine ausreichende Schmerzinhibition zustande kam. Nach dieser Methode war es möglich auch auf das Lachgas über lange Phasen der Operationen zu verzichten. Die "2-Stufen-Akupunktur-Analgesie wurde bisher bei 72 operativen Eingriffen, meist Herzoperationen und Strumektomien, eingesetzt. Nach ersten Beobachtungen verhalten sich die Patienten wie bei den üblichen Anästhesieverfahren. Die Patienten sind jedoch in Abhängigkeit vom Gasgemisch deutlich ansprechbar. Die Erinnerung an die Operation wird am 2.-3. postoperativen Tag ausgeprägt; eine Amnesie besteht nur teilweise. Die Patienten sind aber postoperativ auffallend kooperativ (94).

Nach Modellversuchen (62, 63) wurden von Oktober 1973 bis Februar 1975 an der Chirurgischen Universitätsklinik Giessen 88 offene Herzoperationen unter Akupunktur-Analgesie nach folgender Methode von HERGET et al. (60) durchgeführt: Die Prämedikation erfolgte 45 Minuten vor Narkosebeginn mit Thalamonal (2 ml) und Bellafolin (0,5 mg), die Narkoseeinleitung mit 150-200 mg Thiopental. Nach Intubation unter Succinylcholin wurde die Narkose mit einer geringen Halothane-Dosierung (maximal 0,3 Vol.%) oder einer einmaligen Dosis von 0,2-0,3 mg Fentanyl fortgesetzt. Relaxation mit Diallylnortoxiferin in einer Initialdosis von 0,06-0,10 mg/kg. Beatmet wurde mit N_2O/O_2 im Verhältnis 2:1. Während dieser kurzen Narkose werden bilateral an bestimmten Punkten des Halses, der Arme und der Ohren Akupunkturnadeln subcutan eingestochen, die mit asymmetrischen Wechsellspannungsimpulsen von 5-6 Hz bei symmetrisch bilateraler Polung mit steigender Spannung bis 90 V und 10-30 μA stimuliert werden. Die Stimulationspunkte sind je nach Art des operativen Zugangs verschieden, die chinesische Meridianlehre hat bei dieser Arbeitsweise lediglich den Charakter einer Arbeitshypothese.

Nach 20 minütiger Stimulation stellt sich dann im Operationsgebiet eine Hypalgesie ein, die zeitlich mit dem Anstieg der effektiv meßbaren Spannung an den eingestochenen Akupunkturnadeln zusammenfällt. Nach Erreichen der sogenannten Sättigungsspannung entfällt im gesamten weiteren Verlauf der Anästhesie die Gabe von Analgetika und Narkotika. Die Beatmung erfolgt volumenkonstant mit 50 % N_2O und 50 % O_2 , wobei der O_2 -Anteil nach oben hin erhöht werden kann. Über längere Phasen der postperfusio-

nellen Periode kommt bei entsprechenden Blutgaswerten reine O_2 -Beatmung zur Anwendung.

Um die Wirkung der kombinierten Akupunktur-Analgesie zu überprüfen, wurden von HERGET et al. in einer Vergleichsstudie 25 Herzoperationen in Akupunktur-Analgesie 25 Herzoperationen in Neuroleptanalgesie gegenübergestellt. Danach besteht unter Akupunktur-Analgesie eine weitgehende Stabilität des Kreislaufes.

Nach Wirksamwerden der Elektrostimulation sind signifikante Blutdruckunterschiede zwischen beiden Gruppen festzustellen. Der Anstieg im systolischen Blutdruck beträgt 10-30 mmHg in der Akupunktur-Gruppe bei konstanter Herzfrequenz. Tachykardien oder Tachyarrhythmien wurden nicht beobachtet. Die deutlichen Blutdruckanstiege werden als Zeichen eines Sympathicotonus interpretiert.

Untersuchungen des Elektrolyt-, Fett- und Glucosestoffwechsels ergeben gegenüber der Neuroleptanalgesie keine signifikanten Veränderungen. Als besonders interessant wird das Verhalten des Blutzuckers angesehen.

Obwohl nach Meinung von HERGET et al. die Akupunktur eine sympathicotone Reaktion hervorruft, liegt die Glucose deutlich unter der BZ-Konzentration des NLA-Kollektivs.

Die Vorteile der Akupunktur-Analgesie gegenüber der Neuroleptanalgesie sind die unverzügliche Kooperation der Patienten sofort nach Beendigung des Eingriffes, eine hoch signifikant kürzere Nachbeatmungszeit und die Einsparung bis 80 % der üblicherweise benötigten Narkosemittel.

GRABOW und CRIVENEANU (44) berichten 1976 über ihre Erfahrungen mit der von ihnen angewandten Form einer kombinierten Akupunktur-Analgesie an 162 Patienten, die sich operativen Eingriffen in der Chirurgie und Gynäkologie zu unterziehen hatten.

Nach ihrer Methode bekommen die Patienten 30 Minuten vor Einleitung der Anästhesie 50-100 mg Pethidin und 0,5 mg Bellafolin i.m. Nach Anlegen einer i.v.-Infusion werden dann 4-6 Stahlnadeln verschiedener Länge in die Körperpunkte eingestochen, die zuvor mittels Hautwiderstandsmessung festgelegt worden sind. Die Nadeln werden dann über Kabel an einem Stimulationsapparat (chinesisches Analgesiegerät Typ 71-1) symmetrisch bilateral gepolt und mit einer asymmetrischen Wechselspannung mit 8-10 Hz stimuliert. Die Spannung wird langsam bis zur Toleranzgrenze der wachen

Patienten gesteigert. 10-15 Minuten nach ansteigender Stimulierung werden die Patienten ruhig und schläfrig. Wenn dieser Zeitpunkt erreicht worden ist, werden ca. 3 mg/kg KG Thiopental und 1 mg/kg KG Succinylcholin appliziert. Danach werden die Patienten intubiert und mit einem Lachgas-Sauerstoff-Gemisch von 3:1 normoventilatorisch bei einer Frequenz von 12/Minute beatmet. Daran schließt sich das Aufsuchen der Ohrpunkte und ihre Elektrostimulation an. Die Einleitungsphase wird abgeschlossen durch die Gabe von 0,1 mg/kg KG Alloferin. Nach vollständiger Relaxierung erfolgte die optimale Stimulierung der Nadeln, die bei Erwachsenen etwa 90V für die Körpernadeln und 50-60 V für die Ohrnadeln beträgt.

Analgetika, außer Lachgas, werden keine gegeben. Ein Nachlassen der Schmerzfähigkeit kann durch Änderung der Stimulation an Spannungsstärke und Frequenz korrigiert werden. Das Erinnerungsvermögen der Patienten für die Operationszeit ist ausgelöscht.

Nach Operationsende wird die Stimulation schrittweise beendet, die Curarewirkung nötigenfalls antagonisiert, so daß bei Operationsende die Patienten wach und ansprechbar sind.

Die Körpernadeln werden im allgemeinen bis zum Morgen nach den Operationen belassen und bewirken eine postoperative Schmerzfähigkeit. Analgetika sind nicht nötig.

Der Curareverbrauch pro 60 Minuten liegt bei kombinierter Akupunktur-Analgesie nach GRABOW et al. signifikant unter dem während Halothan- beziehungsweise Neuroleptnarkose.

Die völlige Atoxizität, die gute Analgesie und die praktisch zu vernachlässigende Kreislaufbeeinflussung lassen dieses Verfahren nach Meinung der Autoren besonders geeignet für alte und Risikopatienten erscheinen. Die von anderen Untersuchern beobachtete Blutdrucksteigerung nach Narkoseeinleitung und Operationsbeginn trat bei diesen Patienten nicht ein.

Ein Kombinationsverfahren herkömmlicher Anästhesiemethoden zur Einleitung und Elektrostimulation von Akupunkturpunkten zur Weiterführung wurde bei mehr als 800 meist herzchirurgischen Eingriffen im Deutschen Herzzentrum München von RICHTER und Mitarb. (102, 105) in der Zeit von Juni 1974 bis März 1977 durchgeführt.

Etwa eine Stunde vor der Operation erhalten die Patienten 0,2 mg/kg KG

Morphium, 2,0 mg/kg KG Nembutal und in Abhängigkeit von der hämodynamischen Situation Atropin in der üblichen Dosierung.

Die Narkoseeinleitung erfolgt durch Injektion von Thiopental beziehungsweise Etomidate unter ständiger Kontrolle der Herz- und Kreislauffunktion. Die Intubation wird nach Gabe von 2 mg Pancuroniumbromid sowie 1 mg/kg KG Succinylcholin durchgeführt, danach Relaxation mit 0,05-0,10 mg/kg KG Pancuroniumbromid. Die Ventilation wird nach Blutgaskontrolle so eingestellt, daß der arterielle pCO_2 zwischen 40-44 mmHg liegt. Die Beatmung erfolgt mit einem volumenkonstanter Respirator und einem Sauerstoff-Lachgas-Gemisch von 1:1 unter Zugabe von meist 0,4-0,7 Vol.-% Ethrane.

Das exakte Aufsuchen der Körper- und Ohrpunkte geschieht mittels Hautwiderstandsmessung (direkte Messung des erniedrigten Hautwiderstandes oder mit sogenannten Detektoren). Die Auswahl der Stimulationspunkte erfolgt nach der klassischen chinesischen Akupunkturlehre. Insgesamt werden 8 Nadeln plziert, die symmetrisch bilateral gepolt und mit Wechselspannungsimpulsen von 10-15 Hz mit einer Spannung bis zu 90 V stimuliert werden. Die Impulsdauer beträgt 2,2-2,5 msec. RICHTER et al. benutzen hauptsächlich 2 Akupunkturgeräte: ein chinesisches Gerät (Typ 71-3) und ein nachgebautes Modell, beide batteriebetrieben.

Mit Beginn der Stimulation werden die Potentiometer soweit aufgedreht, daß empirisch festgelegte Stromdurchflüsse von etwa 10mA an den Ohren und an den Körperpunkten je etwa 50 mA beziehungsweise 15 mA erreicht werden.

Der systolische Blutdruck zeigt bei Beginn der Elektrostimulation einen Anstieg von etwa 30 mmHg, nach RICHTER et al. vielleicht Ausdruck eines erhöhten Sympathicotonus, möglicherweise unter Freisetzung von vasoaktiven Substanzen. Nach 30 Minuten Stimulation wird die Ethranegabe eingestellt und der Patient mit einem Lachgas-Sauerstoff-Gemisch von 1:1 beatmet. Bei Operationsbeginn ist ein Teil der Patienten wach und ansprechbar, der systolische Blutdruck erfährt meist keine weitere Steigerung. Die Pulsfrequenz bleibt während der Stimulation und Operation bemerkenswert stabil. Das Kreislaufverhalten der Patienten während der Perfusions- und in der Postperfusionsphase ist stabil. Die zusätzliche Gabe analgetisch wirkender Substanzen ist meist während der Operation nicht mehr erforderlich.

Bei Operationsende atmen die Patienten bereits aktiv, eine schmerzbedingte Beeinträchtigung der Atmung ist in der Regel nicht nachzuweisen. Ganz besondere Bedeutung messen die Autoren der Tatsache bei, daß im Bereich der Operationswunde die Schmerzfreiheit postoperativ noch lang anhält. Die Gefahr einer postoperativen Ateminsuffizienz besteht nicht; die meisten Patienten benötigen postoperativ nur äußerst geringe Mengen oder keinerlei Schmerzmittel.

Andere Vorteile werden in der größtmöglichen Vermeidung allergischer Reaktionen gesehen. Die Gefahr der Überdosierung potenter Narkotika kann bis auf ein Minimum reduziert werden.

An Nachteilen werden neben dem größeren zeitlichen Aufwand bei der Einleitung, der Unsicherheit bei der Beurteilung der Analgesietiefe und Dosierung der Stromstärke, die Beeinflussung bioelektrischer Meßgrößen angesehen. So ist es mit herkömmlichen EKG-Verstärkern nahezu unmöglich ein störungsfreies EKG abzuleiten. Deshalb wurde am Deutschen Herzzentrum München ein EKG-Verstärker entwickelt, der auf die Bedürfnisse der Elektroakupunkturanalgesie eingerichtet ist.

DOENICKE et al. (20) untersuchten die Wirkung der Elektro-Stimulationsanästhesie (ESA) an 107 Patienten, die sich abdominellen Eingriffen zu unterziehen hatten.

Als Prämedikation erhalten die Patienten 5-10 mg Diazepam ca. 60 Minuten vor Narkosebeginn i.m. Nach 0,25-0,50 mg Atropin i.v. erfolgt die Einleitung der Narkose mit 0,1-0,2 mg Fentanyl, sofort anschließend werden ca. 15 mg Etomidate gegeben. Zur Intubation wird Pancuronium 5-7 mg verwendet, bei Bedarf werden zur Dauerrelaxierung Repetitionsdosen von 1-2 mg nachinjiziert. Die Beatmung erfolgt mit Lachgas/Sauerstoff 4:2.

Nach der Latenzzeit des Etomidate (ca. 30 sec) wird mit der Nadelung begonnen, sodaß die Punkte nach Intubation stimuliert werden können. Die Lage und die Punktwahl variieren DOENICKE et al. entsprechend den operativen Eingriffen; es werden Körper- und Ohrpunkte stimuliert. Nach Kontrolle des Kontaktes der Nadeln mit dem Akuimpulsgerät (Pitterling Elektronik, München) erfolgt innerhalb von ca. 10 Minuten das Hochregeln der Stromintensität auf den Maximalwert des Gerätes und der Impulsfrequenz auf 15 Hz.

DOENICKE et al. beobachteten einen signifikanten Anstieg der Herzfrequenz und des Blutdrucks um 30 % ($p < 0,01$) bis zum Operationsbeginn. Während der Narkose zeigten sich keine signifikanten Änderungen im Blutdruck, ebenso nach Operationsende. Die Herzfrequenz war bei Operationsende immer noch signifikant erhöht. Ob die Blutdruck- und Herzfrequenzanstiege auf eine sympathicotone Reaktionslage zurückzuführen sind, müssen spezielle Untersuchungen zeigen. Als Hinweis hierfür kann möglicherweise die Erhöhung der freien Fettsäuren angesehen werden (21).

Die postnarkotische Phase ist nach Meinung von DOENICKE und Mitarb. noch unbefriedigend. Nach Stimulationsende klagten einige der Patienten über starke Schmerzen, die zum Teil die Gabe von Analgetika noch auf dem Operationstisch notwendig machten.

Die postoperative Weiterstimulierung bei geringer Stromstärke hat bisher zu keiner bedeutsamen Einsparung von Analgetika geführt.

Bei Risikopatienten beschreibt DOENICKE et al. (20) eine Normalisierung der Kreislaufverhältnisse unter ESA bei gleichzeitiger Infusion von Plasmaexpandern und Bluttransfusion noch vor Operationsbeginn. Genauere Angaben, was unter der Normalisierung der Kreislaufverhältnisse zu verstehen ist, werden nicht gemacht. Postoperativ waren die Patienten jedoch sofort ansprechbar und kooperativ. Ebenso zeigten sie keine Atemdepression.

GLOECKNER und LAHRTZ zeigten 1977, daß die Durchführung der kombinierten Elektro-Stimulationsanästhesie (ESA) nicht nur Universitätskliniken vorbehalten bleibt, sondern auch in einem kleineren Krankenhaus möglich ist (41).

Zur Prämedikation erhielten die Patienten, an denen bauchchirurgische Operationen vorgenommen wurden, 1-2 ml Thalamonal und 0,25-0,50 mg Atropin 30 Minuten vor Operationsbeginn. Nach dem Aufsuchen der Körper- und Ohrpunkte mittels Hautwiderstandsmessung erfolgte die Nadelung. Die Narkoseeinleitung wurde mit 0,1-0,2 mg Fentanyl und 30-50 mg Brevimylal-Na vorgenommen, in einigen Fällen noch mit 2,5-7,5 mg Dehydrobenzperidol.

Zur Intubation wurde Succinylcholin verwendet, zur Dauerrelaxierung Al-foferin nach Bedarf. Die Beatmung erfolgte mit Sauerstoff/Lachgas 2,8:1,2.

Bereits 10-15 Minuten vor Operationsbeginn wurde mit der Elektrostimulation begonnen. Dabei kam das von DOENICKE und Mitarb. entwickelte Verfahren zur Anwendung. Ebenso wurden die gleichen Stimulationsgeräte verwendet.

Bei der Subkutannaht wurde die Stimulation beendet und die Patienten assistiert beatmet. Bei einer durchschnittlichen Operationsdauer von 105 Minuten wurden 0,20 mg Fentanyl und 5 mg Dehydrobenzperidol pro Patient verbraucht.

Nach Narkoseeinleitung wurde ein leichter Abfall von Pulsfrequenz und systolischem Blutdruck beobachtet. Innerhalb von 20 Minuten nach Stimulationsbeginn erreichte der Blutdruck wieder Ausgangswerte, während sich die Pulsfrequenz weiter stabilisierte. Anschließend verhielten sich diese beiden Parameter bei den 20 untersuchten Patienten bis zum Operationsende konstant. Daraus schließen die Autoren, daß kein schmerzbedingt erhöhter Sympathicotonus vorlag. Die Haut der Patienten war intraoperativ trocken und stets warm, eine vermehrte Tränensekretion wurde nicht beobachtet.

Postoperativ waren die Patienten wach und kooperativ. Sie hatten keine Schmerzen und gaben an, gut geschlafen zu haben. Die Spontanatmung war ohne Antagonisierung des Alloferins suffizient, sodaß die Beatmung nicht über das Operationsende zu erfolgen brauchte.

Es ereigneten sich keine Anästhesiez Zwischenfälle, insbesondere traten keine Herzrhythmusstörungen auf.

OTT et al. (89) untersuchten 1977 in einer randomisierten Doppelblindstudie den fentanylsparenden Effekt der kombinierten Elektroakupunkturanalgesie im Vergleich zur Neuroleptanalgesie an 30 Patientinnen, die sich abdominalen gynäkologischen Operationen zu unterziehen hatten. Nach Narkoseeinleitung mit 20 mg Diazepam oder Thiopental und Intubation (Succinylcholin, Pancuronium) erfolgte die Elektrostimulation der Innervationsgebiete des n. vagus, n. trigeminus und des plexus cervicalis superficialis auf beiden Ohrmuscheln.

Stimuliert wurde nach Anschluß der Stimulationselektroden - sterile Stahlnadeln - an einem Impulsgenerator mit einem konstanten Impulsstrom 12 mA (Gleichstrom) und einer konstanten Frequenz von 60 Hz.

Kontrolliert beatmet wurde mit einem Lachgas/Sauerstoff-Gemisch von 3:2. In Einzeldosen von 0,2 mg i.v. wurde Fentanyl appliziert, wenn 2 der 3 Kriterien - Anstieg der Herzfrequenz von 25/Minute, des systolischen Blutdruckes und des arteriellen Mitteldruckes von 20 % -30 % erfüllt waren oder 2 derfolgenden Kriterien über 3 Minuten beobachtet wurden: Lakrimation, Schwitzen, Hautrötung und Pupillenreaktion auf Licht.

Intraoperativ wurden keine signifikanten Unterschiede von Herzfrequenz, systolischem, diastolischem und mittlerem arteriellen Blutdruck festgestellt. Während und nach Extubation zeigte sich ein signifikanter Anstieg der Herzfrequenz und des mittleren arteriellen Blutdruckes in der nicht-stimulierten Gruppe, wohingegen der Blutdruck der stimulierten Patienten konstant blieb.

Der Verbrauch an Diazepam, Thiopental und Pancuronium war in beiden Gruppen gleich. Dagegen wurden den stimulierten Patienten signifikant geringere Fentanyl Dosen appliziert. Die nicht-stimulierten Patienten benötigten 0,00501 mg/kg/hr Fentanyl. Die Fentanyl Dosis der Patienten mit Elektrostimulation betrug nur 0,000245 mg/kg/hr. Die Operationen und Narkosezeiten waren vergleichbar.

Den Vorteil der Elektrostimulation sehen OTT et al. in dem signifikant geringeren Verbrauch an Analgetika. Als bemerkenswert wird die Beobachtung gewertet, die zwar nicht kontrolliert und objektiviert wurde, daß die stimulierten Patienten sofort nach Operation kooperativ waren.

Zusammenfassend läßt sich als Nachteil der Elektroakupunkturanalgesie lediglich die Beeinflussung bioelektrischer Meßgrößen feststellen. Denn mit herkömmlichen EKG-Verstärkern ist es nahezu unmöglich, während der Elektrostimulation ein störungsfreies EKG abzuleiten.

Eindeutige Vorteile dieses Verfahrens sind

- 1) die Kreislaufstabilität während und nach der Operation mit einer guten peripheren Durchblutung,
- 2) die erhebliche Einsparung an Narkotika und somit
- 3) die verminderte Gefahr eines Narkoseüberhangs,
- 4) das Ausbleiben einer postoperativen Ateminsuffizienz und
- 5) die Möglichkeit der Frühmobilisierung und Verkürzung der postoperativen Intensivtherapie.

3) Auswirkungen auf die Blutgase und den Säure-Basen-Haushalt

Das Verhalten des CO_2 -Partialdruckes entspricht den Bedingungen unter Narkose mit mäßiger Hyperventilation.

Durch die Einstellung einer Hyperventilation wird von vornherein die Gefahr einer unzureichenden Lungenbelüftung verhindert, die sich während der Narkose bei O_2 -angereicherten Gasgemischen zunächst in einer CO_2 -Retention äußern würde (98). Während der Operation und Narkose liegen die CO_2 -Partialdrucke sowohl der Elektroakupunktur-, als auch der der Neuroleptkontrollgruppe an der unteren Grenze des Normalbereichs bei 30 mmHg, während postoperativ nahezu keine Veränderung gegenüber den Ausgangswerten zu finden ist.

Der arterielle pO_2 nimmt als Ausdruck des erhöhten Sauerstoffangebotes im Narkosegemisch intraoperativ bei beiden Anästhesiearten signifikant zu. Auch in der frühen postoperativen Phase, 10 Minuten nach Extubation, zeigen sich keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Weder in der Elektroakupunkturanalgesie-, noch in der Neurolept-Gruppe kommt es zu postoperativen Hypoxien, die nach anderen Narkoseverfahren, wie z.B. der Halothannarkose beobachtet werden (39).

Die Sauerstoffsättigung war unter der leichten Hyperventilation signifikant erhöht.

Die arteriovenösen O_2 -Gehaltsdifferenzen bleiben im gesamten Beobachtungszeitraum im Kontrollbereich. Bei konstantem Sauerstoffangebot nehmen der O_2 -Verbrauch und die O_2 -Extraktion unter beiden Narkoseformen ab, was auf den geringeren Grundumsatz zurückzuführen ist, der bekanntlich während der Anästhesie erniedrigt ist (40).

Vermutlich sind durch die gesteigerte metabolische Aktivität während Narkoseausleitung und Extubation, bei einem Teil der Patienten mit längeren Operationszeiten auch durch postoperatives Kältezittern, in beiden Gruppen O_2 -Verbrauch und O_2 -Extraktion erhöht.

Bei Hämatokritwerten von 30 % bei den NLA-Patienten und 32 % bei den Patienten mit Elektroakupunkturanalgesie bestand nach Operationsende eine leicht erhöhte Sauerstoffausschöpfung.

Die mäßige Hyperventilation durch die künstliche Beatmung bewirkt infolge der erhöhten alveolären Ventilation eine gesteigerte Abgabe von CO_2 . Nach der Gleichung von HENDERSON-HASSELBALCH resultiert daraus der Anstieg des pH, der etwa bis zur Mitte der Operationen anhält. Zur Kompensation wird die tubuläre Wasserstoffionensekretion vermindert, so daß größere Mengen Bikarbonat im Urin ausgeschieden werden (71). Dies erklärt den Abfall der Standardbikarbonatkonzentration. Insgesamt läßt sich also bis Operationsmitte eine Tendenz im Sinne einer respiratorischen Alkalose bei beiden Anästhesieverfahren feststellen.

Die Base excess - Werte haben sich zu diesen Zeitpunkt gegenüber den Ausgangswerten in den azidotischen Bereich verschoben.

Wie von vielen anderen Autoren beschrieben (30, 45, 54, 107, 115) kommt es bei längeren und schweren Operationen mit zunehmender Narkosedauer zu Veränderungen im Säure-Basen-Haushalt im Sinne einer metabolischen Azidose. Dies zeigt eindeutig, daß die hier beschriebene Methode der kombinierten Elektroakupunkturanalgesie sich in dieser Hinsicht nicht von anderen Narkoseverfahren unterscheidet.

Eine Beeinflussung des Säure-Basen-Haushaltes durch die Infusion von Ringer's Lactatlösung unter Narkose und Operation wurde von TRUDNOWSKI et al. (139) ausgeschlossen.

Da in der vorliegenden Studie weder Lactat, Ketonkörper im Serum, noch die Säureelimination im Urin gemessen worden sind, lassen sich über andere Ursachen der metabolischen Azidose nur Vermutungen anstellen.

Eine mögliche Erklärung wäre, daß in manchen Fällen der durch Hyperventilation hervorgerufenen Hypokapnien die zelluläre Produktion von Lactat zunimmt, wie in verschiedenen Untersuchungen im Tierexperiment (27, 119) und in der Klinik (31) gezeigt worden ist, sodaß der bestehenden Tendenz zur respiratorischen Alkalose eine metabolische Azidose "aufgepfropft" wird (71). Als Ursache des Lactatproduktionsanstieges kann einerseits eine intrazelluläre Azidose angesprochen werden, die dadurch entsteht, daß bei der respiratorischen Alkalose der Ausgleich der Bikarbonatkonzentration zwischen Extrazellulärflüssigkeit und Zelle nur verzögert eintritt, während CO_2 sehr rasch diffundieren kann. Das ungleiche Verhältnis zwischen Pufferbase und Puffersäure in der Zelle ruft die intrazelluläre Azidose hervor. Allerdings ist

auch ein alleiniger Einfluß des Rückgangs der zellulären CO_2 -Konzentration während der respiratorischen Alkalose zu diskutieren (71).

Da die anfallenden H^+ -Ionen infolge der zur Kompensation der ursprünglich alkalotischen Verhältnisse reduzierten Bikarbonatkonzentration nicht neutralisiert werden können, bedingt dies die Abnahme des pH-Wertes bis nach Operationsende.

Zwischen beiden Gruppen lassen sich keine signifikanten Unterschiede im Säure-Basen-Haushalt feststellen, obwohl die Azidose bei einigen Patienten der NLA-Gruppe im Vergleich zu den Patienten mit Elektroakupunkturanalgesie noch etwas stärker ausgeprägt ist.

Die Untersuchungen des Säure-Basen-Haushaltes von GRABOW et al. (43) und HERGET et al. (61) ergaben ebenso keine signifikanten Änderungen der Meßwerte, die unter Elektroakupunkturanalgesie im Normalbereich liegen.

Allerdings finden GRABOW et al. 24 Stunden nach Operation bei den stimulierten Patienten eine Tendenz zur metabolischen Alkalose, die ihre Ursache in einem sekundären Hyperaldosteronismus hat, der zu diesem Zeitpunkt auch bei anderen Narkoseverfahren auftritt (113).

II. Intra- und postoperative Beeinflussung des Vegetativums und der postoperative Status der Patienten

Sowohl während der kombinierten Elektroakupunkturanalgesie, als auch während der Neuroleptanalgesie waren alle Patienten intra- und postoperativ klinisch unauffällig.

Die Patienten ließen weder motorische Unruhe, noch den von anderen Autoren (44, 61) beobachteten verstärkten Muskeltonus beziehungsweise Muskelklonus nach Stimulationsbeginn erkennen.

Nach GRABOW et al. (44) sind eine trockene, warme und rosige Haut des Gesichtes und der Extremitäten der Patienten Zeichen für eine gute Analgesie während Elektrostimulation, wie auch bei anderen Narkoseverfahren. Ein Nachlassen der Schmerzfreiheit macht sich nach Meinung dieses Autors sofort durch Unruhe mit Stirnrunzeln und Augenzukneifen der Patienten

bemerkbar.

DOENICKE et al. beobachteten bei 6,5 % der Patienten während Operation unter der von ihm angewandten Technik der Elektrostimulations-Anästhesie (ESA) vorübergehend eine Transpiration der Patienten (20).

Dieser Befund kann in Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen (41, 60) auf Grund der in der vorliegenden Studie erfolgten Beobachtungen nicht bestätigt werden.

Auch Salivation, Lakrimation und Veränderungen der Haut, wie Rötung oder Blässe, traten während der von uns angewandten Form der Elektrostimulation nicht auf.

Die genannten vegetativen Symptome, die auf eine unzureichende Hypalgesie beziehungsweise Analgesie hindeuten können, sind erfahrungsgemäß nur schwer zu objektivieren und somit in der Einschätzung weitgehend von der Subjektivität des Anästhesisten abhängig (15).

Eine Objektivierung ist auf Grund des zeitlichen und technischen Aufwandes nur selten durchführbar; deshalb interpretiert jeder Anästhesist seine subjektiven Eindrücke nicht isoliert von kontrollierbaren Meßgrößen, d.h. nicht ohne unter anderen den Zusammenhang mit hämodynamischen Parametern wie Blutdruck, Herzfrequenz oder Herzminutenvolumen außer acht zu lassen.

Das in vielen Arbeiten beschriebene Fehlen vegetativer Alterationen im Zusammenhang mit dem bemerkenswerten Verhalten der Hämodynamik unter Elektrostimulation bedeutet, daß die Analgesie, die bei der untersuchten Narkosetechnik intraoperativ nur durch die elektrische Stimulation und Lachgas aufrechterhalten wird, durchaus auch für längere und schwere Operationen ausreichend ist.

In der postoperativen Phase nach Neuroleptanalgesie wurde vereinzelt über das Auftreten von extrapyramidalen Symptomen berichtet (29), die auf das Dehydrobenzperidol zurückgeführt werden. Nach Applikation der von und verwendeten Dosis von 5 mg Dehydrobenzperidol wurden weder intra, noch postoperativ extrapyramidale Wirkungen festgestellt.

Für die Elektroakupunkturanalgesie liegt kein Anhalt für eine derartige Symptomatik vor.

In sämtlichen Untersuchungen über Elektroakupunkturanalgesien wird der bemerkenswert gute postoperative Status der Patienten festgestellt.

So konnten HERGET et al. über eine 9fach kürzere und damit im Vergleich zur Neuroleptanalgesie hoch signifikant geringere Nachbeatmungszeit von herzchirurgischen Patienten nach Elektroakupunktur berichten.

Ebenso sehen RICHTER et al. für die Patienten mit Elektroakupunkturanalgesie keine Gefahr einer postoperativen Ateminsuffizienz. Deshalb erübrigt sich in der Regel die im Deutschen Herzzentrum München bei konventionellen Anästhesieverfahren durchgeführte Nachbeatmung.

Obwohl die Befunde über den postoperativen Status der Patienten der vorliegenden Studie auf subjektiven Eindrücken beruhen, kann mit der nötigen kritischen Distanz doch die Aussage getroffen werden, daß die stimulierten Patienten, verglichen mit der Neuroleptkontrollgruppe, schneller wach und ansprechbar waren. Ursächlich ist dies darauf zurückzuführen, daß diese Patienten nicht mit hochpotenten Analgetika und anderen Narkotika belastet werden. Demnach müssen diese Pharmaka auch nicht metabolisiert werden und es sind weder Nebenwirkungen dieser Substanzen, noch ein Überhang zu finden.

Die gute postoperative Kooperation mit den Patienten wird von HERGET et al., RICHTER et al., OTT und anderen Autoren als ein wesentlicher Vorteil der Elektroakupunkturanalgesie angesehen. Mit dieser Narkosetechnik kann somit eine maximale postoperative Ansprechbarkeit der Patienten erreicht werden.

Emesis oder Nausea traten nach Operation und Narkose bei keinem Patienten, unabhängig von dem Anästhesieverfahren, auf.

Ebenso wenig wurden Ateminsuffizienz oder Atemdepression im Anschluß an die Operationen beobachtet. Obwohl die Neuroleptanalgesie relativ häufig eine Einschränkung der Lungenfunktion, respektive der Atemfrequenz und des Atemminutenvolumens zur Folge hat (39), die zur postoperativen Hypoxie der Patienten führen kann, wurden in dieser Untersuchung keine Ventilationsstörungen festgestellt.

Die Untersuchung der Blutgase bestätigt eindeutig den günstigen klinischen Eindruck. In der frühen postoperativen Phase bestand kein Unter-

schied in der Sauerstoffsättigung von 98 % bei gleichzeitig normalem $p\text{CO}_2$ zwischen den Patienten mit Elektroakupunkturanalgesie und Neuroleptnarkose.

Die Patienten hatten keinerlei Erinnerung an das Operationsgeschehen und an die Zeit, die sie im Operationssaal verbrachten. Diese komplette Amnesie ist keine Folge der Elektrostimulation, sondern ist vielmehr auf den Zusatz von Lachgas bei der Beatmung zurückzuführen.

Verwirrtheits- oder Angstzustände traten ebensowenig auf wie psychomotorische Agitation. Im Gegenteil die Patienten gaben 24 Stunden nach Operation auf Befragen an, die Narkoseart als sehr angenehm empfunden zu haben.

Zur Frage der postoperativen Schmerzf়reiheit und des Schmerzmittelbedarfs liegen in der Literatur trotz vergleichbarer Operationszeiten und vergleichbarer Schwere beziehungsweise Art der Eingriffe sehr unterschiedliche Ergebnisse vor.

Spezielle Untersuchungen müssen zeigen, inwieweit hier die verschiedenen Kombinations- und Stimulationsverfahren eine Rolle spielen.

DOENICKE et al. berichten von Patienten, die nach Absetzen der Elektrostimulations-Anästhesie und des Lachgases über starke Schmerzen klagten, die eine Analgetikagabe noch auf dem Operationstisch erforderlich machten. Die postoperative Weiterstimulierung mit der intraoperativ angewandten Methode hat nach Aussagen dieser Autoren zu keiner bedeutsamen Analgetikaeinsparung geführt (20).

Im Gegensatz dazu fanden GRABOW et al., daß nach Operationsende keine Analgetika oder Opiate nötig sind. Diese Arbeitsgruppe beläßt die Körpernadeln im allgemeinen bis 24 Stunden nach Operation und erreicht so eine Schmerzf়reiheit bei den Patienten.

Angaben über die Dauer der schmerzfreien Phase und über die Technik der postoperativen Weiterstimulation werden aber nicht mitgeteilt.

RICHTER und Mitarb. (101, 102) beschreiben wie HERGET et al. (61) eine Herabsetzung des Analgetikabedarfs und messen der langanhaltenden postoperativen Schmerzf়reiheit im Bereich der Operationswunde besondere Bedeutung zu. Auch diese Autoren teilen nicht mit, was unter langanhaltender Schmerzf়reiheit zu verstehen ist.

In der vorliegenden Untersuchung wurde der mittlere Verbrauch an synthetischen Opiaten, wie Pentazocin, Pethidin und Levorphanol festgestellt und auf die analgetische Potenz der therapeutischen Einzeldosis von Morphin umgerechnet (56). Danach betrug der mittlere Analgetikaverbrauch der Patienten mit Elektroakupunkturanalgesie 1,5 Equipotenzen (siehe Tab. 18) und der Patienten mit Neuroleptanalgesie 1,4 Equipotenzen (siehe Tab. 19).

Hinsichtlich des Schmerzmittelverbrauches und der schmerzfreien Phasen (siehe Tab. 19) ergaben sich folglich keine Unterschiede zwischen den beiden Narkoseverfahren. Eine postoperative Weiterstimulierung wurde nicht durchgeführt.

Die Problematik von klinischen Untersuchungen über postoperative Schmerzbekämpfung ist bekannt. Nach HENSCHER (56) spielen hier subjektive Faktoren eine große Rolle. Diese sind einerseits vom Intellekt, der Kritikfähigkeit und der Schmerztoleranz der Patienten abhängig, zum anderen auch von der Sorgfalt und dem kritischen Urteilsvermögen des jeweiligen Untersuchers beziehungsweise des Pflegepersonals und der behandelnden Ärzte.

So kann auch diese Untersuchung des postoperativen Schmerzmittelverbrauches und der schmerzfreien Zeiten nur unter diesen Voraussetzungen verstanden werden.

III. Reduzierung des intraoperativen Analgetikaverbrauches unter Elektrostimulation

Zur Aufrechterhaltung der Analgesie während der Operationen unter kombinierter Elektroakupunkturanalgesie wurden neben der Basisnarkose mit Stickoxydul keine weiteren Analgetika gegeben. Das bedeutet, daß mit der vorgestellten Narkosetechnik eine Schmerzfreiheit der Patienten erzielt werden kann, welche auch schwere und langandauernde operative Eingriffe erlaubt.

Die nicht-stimulierten Patienten dagegen benötigten bei einer mittleren Operationsdauer von 2 Stunden eine intraoperative Fentanylldosis von 0,51 mg/Patient.

Stickoxydul stellt zwar ein potentes Analgetikum dar, jedoch ist es in der von uns angewandten Konzentration im Beatmungsgemisch (Lachgas/Sauerstoff 2:1) allein nicht in der Lage eine ausreichende Analgesie für operative Eingriffe, wie sie in dieser Untersuchung vorgenommen worden sind, zu gewährleisten (59).

Eine additive Verstärkung der Stickoxydulwirkung durch das in dieser Studie zur Einleitung verwendete Hypnotikum Flunitrazepam wird diskutiert (73, 74). Nach Untersuchungen von HALDEMANN et al. (50), VEGA et al. (79, 141), DE CASTRO et al. (17), RIZZI et al. (108) und HEMPELMANN et al. (116) ist jedoch eine Aufrechterhaltung der Narkose nur möglich, wenn das Hypnotikum mit potenten Analgetica, wie z.B. Fentanyl, kombiniert wird; denn mit der Anwendung von Flunitrazepam als Mono-anästhetikum und mit Lachgas/Sauerstoff läßt sich keine genügende Narkosetiefe erreichen.

Zahlreiche Mitteilungen über Elektrostimulationsanalgesien lassen genaue Aufstellungen über den Verbrauch von Narkosemitteln vermissen (3, 75, 94, 125).

HERGET und WALTER geben zwar an, mit der Akupunktur-Analgesie bis zu 80% der bei konventionellen Narkoseverfahren nötigen Anästhetika einsparen zu können; detaillierte Mitteilungen über Art und Dosierung fehlen jedoch.

In Übereinstimmung mit den vorliegenden Ergebnissen (siehe Tab. 15) fanden DOENICKE und Mitarb. bei Elektrostimulations-Anästhesie (ESA) einen etwa der Neuroleptanalgesie entsprechenden Verbrauch an Muskelrelaxantien. Die Fentanylldosis betrug bei seinen Patienten im Mittel 0,25 mg über die gesamte Operationsdauer von 2-3 Stunden (20).

GLOECKNER et al. benötigten bei abdominalen Eingriffen mit einer mittleren Operationsdauer von 105 Minuten unter Elektrostimulations-Anästhesie (ESA) 0,20 mg Fentanyl und 0,50 mg Dehydrobenzperidol (41).

In einer randomisierten Doppelblindstudie von OTT et al. zeigt sich ein hochsignifikanter Unterschied im Fentanylverbrauch zwischen Elektroakupunkturanalgesie und Neuroleptanalgesie.

Die stimulierten Patienten benötigten nur 5 % der Fentanylldosis der Neuroleptpatienten (siehe auch S. 72).

Hinsichtlich der Dosierung von Diazepam, Thiopental und der Muskelrelaxantien bestanden keine Unterschiede.

Diese Übereinstimmung bezüglich der Einsparung von Analgetika stellt einen wesentlichen Vorteil der kombinierten Elektroakupunkturanalgesie dar. Dieses Verfahren erscheint wegen seiner Atoxizität und größtmöglicher Schonung des Gesamtorganismus besonders geeignet für Risikopatienten beziehungsweise Patienten mit eingeschränkter Leber- und Nierenfunktion.

Bei keinem unserer Patienten, an denen die operativen Eingriffe unter kombinierter Elektroakupunkturanalgesie vorgenommen wurden, mußte auf eine andere Anästhesieform übergewechselt werden. Um bezüglich der sogenannten 'Versagerquote' eine endgültige Stellungnahme abgeben zu können, sind weitere Untersuchungen mit höheren Patientenzahlen nötig.

Bei der Elektrostimulationsanästhesie nach DOENICKE liegt die 'Versagerquote' relativ hoch bei 32 %, d.h. bei ungefähr jedem dritten Patienten sind intraoperativ signifikante Anstiege von Blutdruck und Herzfrequenz festzustellen. Eine höhere Erfolgsrate erscheint möglich bei Anwendung anderer Stimulationstechniken (20).

Weitaus bessere Erfolge finden GRABOW et al. (44). In einem Krankengut von 162 Patienten konnte nur bei 3 Patienten keine ausreichende Narkosetiefe erreicht werden. In solchen Fällen kann die Narkose aber ohne Schwierigkeiten mit einem anderen herkömmlichen Verfahren fortgesetzt werden.

IV. Wirkungsweise der Elektroakupunkturanalgesie

Der Mechanismus der Schmerzhemmung während Elektroakupunkturanalgesie ist bisher wissenschaftlich noch nicht einwandfrei geklärt.

Verschiedene psychophysikalische Untersuchungen über die Akupunktur-

analgesie liegen vor, sie erbrachten jedoch widersprüchliche Ergebnisse (13, 14, 16, 28, 53, 146).

Einige Autoren versuchen die Analgesie, die durch die Elektrostimulation erreicht wird, als konditionierte Inhibition von Schmerzimpulsen innerhalb des Bereichs der hypnosuggestiven Phänomenen zu erklären (124, 144). Die Befunde, wonach sowohl die Elektrostimulation, als auch die Hypnosuggestion bei denselben Probanden die Schmerzempfindung und evozierte kortikale Potentiale identisch beeinflussten (124), kommen aber als Erklärungsversuch für die kombinierte Elektroakupunkturanalgesie nicht in Frage, da ein hypnosuggestiver Effekt für das beschriebene Verfahren von vornherein ausgeschlossen werden kann.

MELZACK und WALL (86, 87) stellten 1965 mit der "Gate-Control-Theory" eine mögliche Erklärung für die Wirkungsweise der Akupunkturanalgesie auf.

Nach dieser Theorie existiert innerhalb des Schmerzsignalsystems ein torähnlicher Mechanismus für die Schmerzweiterleitung; das Tor kann jeweils entsprechend den Erfordernissen geöffnet oder geschlossen werden, d.h. gegebenenfalls und unter bestimmten Umständen können also vom verletzten Gewebe ausgehende Signale blockiert werden, so daß sie den somatosensorischen Cortex nicht erreichen. MELZACK vermutet, daß die Substantia gelatinosa im Hinterhorn des Rückenmarks für die Modulation von afferenten Reizen verantwortlich ist.

Die "Gate-Control-Theory" beschreibt drei verschiedene Wege, auf welchen eine Schmerzregulation möglich sein soll (85):

Die großen und kleinen Fasern der Empfindungsnerven haben bei der Übermittlung von Schmerzsignalen unterschiedliche Funktionen. Stimulierung der großen Fasern bewirkt "Schließung des Tors" und die Blockierung der Schmerzleitung, während bei der Erregung der kleinen Fasern "sich das Tor öffnet". Die Stimulierung durch Akupunktur wirkt auf einen größeren Anteil großer Fasern und blockiert somit die Übermittlung von Schmerzsignalen.

Einen zweiten regulierenden Mechanismus sieht MELZACK in dem starken hemmenden Einfluß des Hirnstammes und des Thalamus auf das Schmerzleitungssystem. Dieser hemmende Effekt kann eintreten auf dem Weg über

absteigende Fasern, die zum Spinalsystem gehören, oder über Fasern, die auf andere Leitungsregionen im Gehirn einwirken. Werden bestimmte Hirnstammareale durch periphere elektrische Stimulation erregt, bewirkt dies eine Analgesie nahezu des gesamten Körpers. Diese Erkenntnisse bieten eine Erklärung dafür, daß Reize innerhalb einer Körperzone eine Analgesie in einer nicht stimulierten Region des Körpers bewirken können.

Bei der dritten Art der Schmerzregulierung nach dieser Theorie sind die vom Cortex absteigenden Fasern betroffen. Der Cortex induziert eine inhibitorische Aktivität des absteigenden somatosensorischen Kontrollsystems. Bekanntlich beeinflussen psychische Sensationen die Schmerzwahrnehmung; so erhöht ein gesteigertes Angstgefühl die Schmerzempfindung, während bei nachlassender Angst auch die Schmerzempfindung reduziert ist.

Während MELZACK davon ausging, daß allein die Aktivität in den non-nociceptiven Fasern auf die Endigungen nociceptiver Fasern eine prä-synaptische Hemmung im Hinterhorn des Rückenmarks ausübt, ist diese Theorie nach Meinung von KERR (66, 114) nicht mehr haltbar. Auf Grund elektronenmikroskopischer Untersuchungen nimmt KERR eine Modulation der Schmerzimpulse durch einen postsynaptischen Hemm-Mechanismus an.

Ein nociceptiver Kreis A (Erregung über dünne Nervenfasern) aktiviert Marginalisneurone und ein non-nociceptiver Kreis B, der durch dicke Fasern erregt wird, Schaltneurone. Außerdem aktivieren beide Schaltkreise Gelatinosaneurone, jedoch in unterschiedlichem Ausmaß: Die dicken Fasern hemmen sich selbst über Rückkopplung und erreichen eine viel größere Anzahl von Gelatinosaneurone als die dünnen Nervenfasern. Das Schmerzsignal wird aber über die Marginalisneurone fortgeleitet. Stimuliert man nun elektrisch, so kommen neben den dünnen auch die dicken Nervenfasern ins Spiel. Diese aktivieren dann die Gelatinosazellen auf breiter Front und überschwemmen die schmerzleitenden Marginalisneurone mit Hemmimpulsen.

Nach Untersuchungen auf neurophysiologischem und psychophysikalischem Sektor scheint sich nun seit kurzer Zeit eine weitere Möglichkeit zur

Erklärung des Schmerzmechanismus abzuzeichnen.

Verschiedenen Forschungsteams in den USA (SNYDER, GOLDSTEIN, EDELMAN), in Schottland (KOSTERLITZ, HUGHES) und in Schweden (TERENIUS) gelang Anfang der siebziger Jahre der Nachweis, daß auf den Synaptosomen verschiedener Hirnregionen echte Rezeptoren für Morphin existieren (49, 65, 96, 131, 133). Es ist offensichtlich, daß solche Strukturen im Gehirn des Menschen und anderer Vertebraten kaum zum Zweck der Bindung von Opiumalkaloiden vorhanden sind, sondern daß diesen Rezeptoren eine physiologische Bedeutung zukommt.

Dementsprechend war es naheliegend anzunehmen, daß endogene Substanzen existieren, die eine ähnliche oder identische Wirkung wie die exogenen Opiate besitzen.

Inzwischen wurden endogene Substanzen mit morphinartiger Wirkung von verschiedenen Arbeitsgruppen gefunden (6, 32, 48, 65, 140).

SIMON (120) prägte für diese Stoffgruppe, da sie endogen vorkommt und eine morphinartige Wirkung besitzt, den Terminus Endorphine. Auf Grund ihrer kurzen Peptidkette war auch die synthetische Herstellung relativ einfach.

Es würde über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen, näher auf die einzelnen Funktionen der Endorphine einzugehen. So sei nur folgendes bemerkt: Neben Aufgaben wie die Steuerung der Affekte (Limbisches System) und vegetativen Funktionen (Medulla oblongata), die Antwort des Körpers auf Stress und die Steuerung endokriner Funktionen (Hypothalamus, Hypophyse), die Steuerung der extrapyramidalen Motorik (Stammhirn) oder die Kontrolle der Darmtätigkeit (intramuraler Plexus) ist für die Endorphine mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß sie bei der Schmerzperzeption eine entscheidende Rolle spielen (70, 81).

So ist der Gehalt an Endorphinen im menschlichen Liquor bei Schmerzzuständen, wie z. B. Trigeminusneuralgien, erniedrigt (121). Nach TERENIUS und WAHLSTRÖM (133) sind die erniedrigten Endorphinkonzentrationen auf einen hohen Verbrauch der freigesetzten Endorphine zurückzuführen oder auf eine eingeschränkte Aktivität der endorphinfreisetzenden Systeme.

Weitere Hinweise geben Untersuchungen mit Elektroanalgesien am Tier (2, 80, 82, 96, 143) und am Menschen (1, 64), bei denen Elektroden in das zentrale Höhlengrau um den Aquaeductus Sylvii eingeführt und elektrisch gereizt wurden. Die induzierte Analgesie war auch noch nach Stimulationsende deutlich nachweisbar. Diese Elektroanalgesien konnten durch den Opiatantagonisten Naloxon aufgehoben werden.

CHAPMAN et al. (12) konnten eine mit transcutaner Elektrostimulation erreichte Analgesie am Menschen teilweise durch Naloxon antagonisieren. Aus dieser Beobachtung wird gefolgert, daß Endorphine eine ursächliche Rolle bei der durch Elektrostimulation induzierten Analgesie spielen.

Zu dem gleichen Schluß kommen auch SJÖLUND und ERIKSSON (122), die mit akupunkturähnlicher Elektrostimulation mittels Oberflächen Elektroden eine Analgesie bei Patienten mit chronischen Schmerzzuständen induzierten. Anschließend wurde in einer Doppelblindstudie die Antagonisierbarkeit der Analgesie mit Naloxon beziehungsweise NaCl-Lösung untersucht. Die Schmerzen kehrten innerhalb von 2-10 Minuten nach Injektion von Naloxon zurück, wohingegen sich die Elektroanalgesie bei keinem der Patienten mit der Injektion von physiologischer NaCl-Lösung antagonisieren ließ.

POMMERANZ und CHIU (100) berichteten 1974 über die erfolgreiche Anwendung der Elektroakupunkturanalgesie bei Katzen. Die Elektroakupunktur bewirkte eine langanhaltende Analgesie, die ebenso durch Naloxon antagonisierbar war.

Die weiteren Befunde dieser Arbeitsgruppe (99) über Elektroakupunkturwirkung nach Hypophysektomie und Endorphinbestimmungen im Liquor beziehungsweise im Serum, unterstützen die Hypothese, daß die durch Elektroakupunktur induzierte Analgesie über die Endorphine vermittelt wird.

Diese Folgerung wird durch die Ergebnisse von SJÖLUND et al. (121) bestätigt. Diese Gruppe untersuchte den Einfluß der Elektroakupunktur auf den Endorphinspiegel des menschlichen Liquors vor und nach der induzierten Analgesiephase. Nach 45 Minuten Elektroakupunktur war der Gehalt an Endorphinen (Fraktion I) auf das 2-6 fache des Ausgangswertes angestiegen.

Die Arbeitshypothese von POMMERANZ (99) ist in Abb. 7 dargestellt. Durch die Elektroakupunktur werden danach tiefe Muskelrezeptoren aktiviert, was über ein sensorisches System die Freisetzung von Endorphinen aus der Hypophyse oder dem Mittelhirn zur Folge hat.

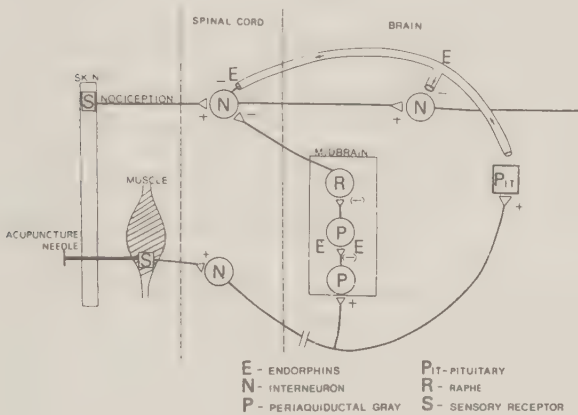


Abb. 7 Schematische Darstellung der Endorphin-Hypothese nach POMMERANZ (+) bedeutet Exzitation, (-) Inhibition. E im Blut dürfte beta-Endorphin sein, E in den Synapsen des Mittelhirns vermutlich Enkephalin.

Aus: POMMERANZ, B.: Do endorphins mediate acupuncture analgesia? (99)

Die Endorphine gelangen über den Blutkreislauf in das Gehirn zurück und inhibieren in den nociceptiven Arealen die synaptische Transmission. Alternativ dazu moderiert Enkephalin im Mittelhirn ein Schmerzkontrollsystem; auch dieser zentrale Mechanismus dürfte durch Akupunktur aktiviert werden.

Bislang stehen noch Endorphinuntersuchungen während operativer Eingriffe unter Elektroakupunkturanalgesie aus.

Doch sollten die angeführten Untersuchungen von anderen Wissenschaftlern bestätigt werden, wird man auf dem Weg zu der wissenschaftlichen Erklärung der Elektroakupunkturanalgesie einen großen Schritt weiterkommen.

E. ZUSAMMENFASSUNG

1. Mit der vorliegenden klinischen Untersuchung sollte die Wirkung der kombinierten Elektroakupunkturanalgesie (KEAA) auf hämodynamische Parameter des arteriellen Systems (HF, P_{sys} , P_{dia} , MAP, HMV, TPR, LVSW, RVSW, TTI) und des Niederdrucksystems (ZVD, PAP, PCWP, PVR), die Blutgase und den Säure-Basen-Haushalt geprüft und mit der Neuroleptanalgesie (NLA) verglichen werden. Die KEAA wurde an 11 Patienten und die NLA an 9 Patienten untersucht, die sich abdominellen Eingriffen in der Urologie zu unterziehen hatten. Hinsichtlich Altersverteilung und präoperativer Risikofaktoren waren beide Patientengruppen vergleichbar.
2. Nach Narkoseeinleitung mit Flunitrazepam (0,025 mg/kg KG) und Intubation (1 mg/kg KG Succinylcholin, 1 mg Pancuroniumbromid) wurde mit einer flachen Basisnarkose (N_2O/O_2 2:1) bei kontrollierter mäßiger Hyperventilation die Analgesie durch Elektrostimulation von je 4 Stimulationspunkten auf beiden Ohrmuscheln aufrechterhalten. Die Stimulationspunkte in der fossa triangularis, in der concha superior, im mittleren Abschnitt der Helix und am Tragus wurden mittels Hautwiderstandsmessung identifiziert. Die elektrische Stimulation erfolgte mit einem Impulsstrom von 10 mA und einer Frequenz von 12 Hz (Impulsdauer 1 msec) über subcutan gelegene sterile Nadelelektroden.
3. Abgesehen von einem signifikanten Anstieg des arteriellen Blutdrucks bei Operationsbeginn, fällt eine bemerkenswerte Stabilität der hämodynamischen Parameter, respektive des erstmals unter Elektroakupunkturanalgesie am Menschen gemessenen Herzminutenvolumens und der Pulmonaldrucke auf. Dieses Narkoseverfahren löst keine zusätzliche Sympathicusstimulation aus. In der frühen postoperativen Phase zeigen die hämodynamischen Parameter, daß unter Elektroakupunkturanalgesie im Gegensatz zur Neuroleptanalgesie eine Erhöhung des myokardialen O_2 -Verbrauches vermieden werden kann. Damit erscheint dieses Verfahren besonders für Risikopatienten geeignet.

4. Eine spezifische Beeinflussung der Blutgase und des Säure-Basen-Haushaltes durch die kombinierte Elektroakupunkturanalgesie wurde nicht festgestellt.
5. Mit einer flachen Basisnarkose (N_2O/O_2 2:1) und der Elektrostimulation wurde eine ausreichende Narkosetiefe und Analgesie induziert. Es wurden keine weiteren Analgetika benötigt.
Der Verbrauch an Relaxationsmitteln entsprach dem bei Neuroleptanalgesie.
Vegetative Schmerzsymptome der Patienten wurden nicht beobachtet.
Über die Operation bestand eine komplette Amnesie.
Die Patienten waren nach Operationsende sofort wach und kooperativ; sie empfanden die Narkoseart als sehr angenehm.
Bei der Untersuchung des Schmerzmittelverbrauches innerhalb der ersten 24 Stunden post operationem ergaben sich keine Unterschiede zur Neuroleptanalgesie.
6. Als Wirkungsmechanismus der Elektroakupunktur werden diskutiert
 - a) die "Gate-Control-Theory" von MELZACK und WALL,
 - b) die "Central Inhibitory Balance Theory" nach KERR und
 - c) die Endorphin-Hypothese

F. LITERATURVERZEICHNIS

- (1) ADAMS, J.E.:
Naloxone reversal of analgesia produced by brain stimulation
Pain 2, 161 (1976)
- (2) AKIL, H., MAYER, D.J., LIERESKIND, J.C.:
Antagonism of stimulation-produced analgesia by naloxone, a narcotic antagonist
Science 191, 961 (1976)
- (3) BENZER, H., PAUSER, G.:
Acupuncture in the western world
In: Arias, A., Llauro, R., Nalda, M.A., Lunn, J.N. (eds.):
Recent Progress in Anaesthesiology and Resuscitation, Proceedings of the IV European Congress of Anaesthesiology, Madrid 1974, Excerpta Medica, International Congress Series No. 347, S. 695, Amsterdam-Oxford 1975, American Elsevier Publishing Co., Inc., New York
- (4) BENZER, H.:
Klinische und experimentelle Erfahrungen mit der Akupunktur-analgesie
In: Bergmann, H., Blauhut, B. (Hrsg.): Anästhesiekongreß Linz 1973, Teil 2, Anästhesie und Wiederbelebung Band 91, S. 80
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1975
- (5) BERGMANN, H., NECEK, S.:
Spezielle Probleme der Anästhesie-Einleitung bei Risikopatienten
In: Henschel, W.F. (Hrsg.): Probleme der intravenösen Anästhesie VI. Bremer NLA-Symposium, Mai 1974, Teil 1, S.19
Perimed Verlag Dr. med. D. Straube, Erlangen 1976
- (6) BLOOM, F.E., ROSSIER, J., BATTENBERG, E.L.F., BAYON, A., FRENCH, E., HENRIKSEN, S.J., SIGGINS, G.R., SEGAL, D., BROWNE, R., LING, N.,

GUILLEMIN, R.:

Beta-endorphin: cellular localization, electrophysiological and behavioral effects

In: Costa, E., Trabucchi, M. (eds.): The endorphins

Adv. Biochem. Psychopharmacol. 18, 89 (1978)

Raven Press, New York 1978

- (7) BOSSY, J., GOLEWSKI, G., MAUREL, J.C., SEOANE, M.:
Innervation and vascularisation of the auricula correlated with the loci of auriculotherapy
Acupuncture & Electro-Therap. Res. Int. J. 2, 247 (1977)
- (8) BOURDIOL, R.:
Das periphere autonome Nervensystem in der Auriculo-Medizin
Der Akupunkturarzt 6/7, 12 (1975)
- (9) BRETSCHNEIDER, H.J.:
Aktuelle Probleme der Koronardurchblutung und des Myokardstoffwechsels
Regensburger ärztl. Fortbildg. 15, 1 (1967)
- (10) BRÜCKNER, J.B., PATSCHKE, D., TARNOW, J., WILDE, J., WEYMAR, A.:
Allgemeine und spezielle Kreislaufwirkungen von Etomidate
In: Henschel, W.F. (Hrsg.): Probleme der intravenösen Anästhesie VI. Bremer NLA-Symposium, Mai 1974, Teil 1, S. 201
Perimed Verlag Dr. med. D. Straube, Erlangen 1976
- (11) BUHR, G., HENSCHEL, W.F.:
Kreislaufuntersuchungen während der Neuroleptanalgesie
In: Henschel, W.F. (Hrsg.): Die Neuroleptanalgesie II. NLA-Symposium Bremen 1964
Anaesthesie und Wiederbelebung Band 9, S. 53
- (12) CHAPMAN, C.R., BENEDETTI, C.:
Analgesia following transcutaneous electrical stimulation and its partial reversal by a narcotic antagonist
Life Sci. 21, 1645 (1977)

- (13) CHAPMAN, C.R.:
Psychophysical evaluation of acupunctural analgesia: Some issues
and considerations
Anesthesiology 43, 501 (1975)
- (14) CLARK, W.C., YANG, J.C.:
Acupunctural analgesia? Evaluation by signal detection theory
Science 184, 1096 (1974)
- (15) CULLEN, D.J., EGER, E.I., STEVENS, W.C., SMITH, N.T., CROMWELL,
T.H., CULLEN, B.F., GREGORY, G.A., BAHLMAN, S.H., DOLAN, W.M.,
STOELTING, R.K., FOURCADE, H.E.:
Clinical signs of anaesthesia
Anesthesiology 36, 21 (1972)
- (16) DAY, K.L., KITAHATA, L.M., KAO, F.F., MOTOYAMA, E.K., HARDY, J.D.:
Evaluation of acupuncture anesthesia: A psychophysical study
Anesthesiology 43, 507 (1975)
- (17) DE CASTRO, J.:
Atar-analgesia with Ro 5-4200, pancuronium and fentanyl or keta-
mine
In: Miyazaki, M., Jwatsuku, K., Fujita, M. (eds.): Anaesthesiology
Proceedings of the 5th World Congress of Anaesthesiologists
Kyoto 1972
Excerpta Medica, International Congress Series No. 292, S. 184
Amsterdam 1973, American Elsevier Publishing Co., Inc., New York
- (18) DIXON, S.H., NOLAN, S.P., STEWART, S., MORROW, A.G.:
Neuroleptanalgesia: effects of Innovar^R on myocardial contractili-
ty, total peripheral vascular resistance and capacitance
Anesth. Analg. Curr. Res. 49, 331 (1970)
- (19) DOBKIN, A.B., PIELOCH, P.A., ISRAEL, J.S., NEVILLE, J.F.:
Circulatory and metabolic effects of innovar-fentanyl-N₂O-anesthesia
for major abdominal surgery
Anest. Analg. Curr. Res. 49, 261 (1970)

- (20) DOENICKE, A., KAMPIK, G., PRAETORIUS, B., PITTERLING, P., GÜB, E., MATUSCYK, U.:
Elektro-Stimulationsanästhesie in der Abdominalchirurgie unter besonderer Berücksichtigung der selektiven proximalen Vagotomie
Anaesthesist 25, 248 (1976)
- (21) DOENICKE, A., KAMPIK, G., PRAETORIUS, B., SCHMID, M.:
Veränderung blutchemischer Parameter bei gesunden Versuchspersonen durch Akupunktur
Anaesthesist 25, 235 (1976)
- (22) DOENICKE, A., SCHELLENBERGER, A., SCHMIDINGER, ST., SPIESS, W., HARLASS, G.:
Etomidate und andere intravenöse Hypnotika in der Einleitungsphase der Neuroleptanalgesie
In: Henschel, W.F. (Hrsg.): Probleme der intravenösen Anästhesie VI. Bremer NLA-Symposium, Mai 1974, Teil I, S. 287
Perimed Verlag Dr. med. D. Straube, Erlangen 1976
- (23) DOENICKE, A., LORENZ, W., BEIGL, R., BEZECNY, H., UHLIG, G., KALMAR, L., PRAETORIUS, B., MANN, G.:
Histamine release after intravenous application of short-acting hypnotics: a comparison of etomidate, althesin (CT 1341) and propomid
Br. J. Anaesth. 45, 1097 (1973)
- (24) DOENICKE, A., KUGLER, J., PENZEL, G., LAUB, M., KALMAR, L., KILLIAN, J., BEZECNY, H.:
Hirnfunktion und Toleranzbreite nach Etomidate, einem neuen barbituratfreien i.v. applizierbaren Hypnotikum
Anaesthesist 22, 357 (1973)
- (25) DU BOIS UND DU BOIS:
Berechnung der Körperoberfläche nach dem Oberflächennomogramm
Arch. Intern. Med. 17, 863 (1916)

- (26) EHRHARDT, W., NEUMANN, G., PFEIFFER, U., BIRK, M., BLUMEL, G.:
Die Kombination von Etomidate und Fentanyl als Kurz- und Einleitungsanästhesie beim Hund in der experimentellen Medizin
Anaesthesist 27, 228 (1978)
- (27) EICHENHOLZ, A., MUHLHAUSEN, O., ANDERSON, W.E., MAC DONALD, F.M.:
Primary hypocapnia: a cause of metabolic acidosis
J. Appl. Physiol. 17, 283 (1962)
- (28) ERDMANN, W., FREY, R., KETTNER, U., STOSSECK, K.:
Akupunktur als Heilmethode und Analgesieverfahren
Deutsches Ärzteblatt 40, 2569 (1973)
- (29) ETSCHENBERG, E.:
Anästhesie mit Droperidol und Fentanyl
Arzneimittel-Forschung, 23. Beiheft
Editio Cantor KG, Aulendorf i. Württ. 1973
- (30) FINSTERER, U., LOHR, H.G., GÜTZ, E.:
Elektrolytbilanzen bei großen bauchchirurgischen Eingriffen
I. Neuroleptanalgesie und Variationen des Infusionsschemas
Anaesthesist 25, 563 (1976)
- (31) FINSTERER, U.:
Persönliche Mitteilung
- (32) FREDERICKSON, R.C.A.:
Minireview: enkephalin pentapeptides - a review of current evidence for a physiological role in vertebrate neurotransmission
Life Sci. 21, 23 (1977)
- (33) FREDERICKSON, R.C.A., SCHIRMER, E.W., GRIMAN, E.L., HARREL, C.F., HEWES, C.R.:
Human endorphin: comparison with porcine endorphin, enkephalin and normorphine
Life Sci. 19, 1181 (1976)

- (34) FREYE, E.:
Die Anwendung hoher Dosen von Fentanyl und Naloxone in der
Anästhesie
Anaesthesist 24, 145 (1976)
- (35) GANZ, W., SWAN, H.J.C.:
Balloon flotation catheter in the management of critically ill
patients
In: Shoemaker, W.C., Tavares, B.M. (eds.): Curr. Top. crit. Care
Med. 2, 2 (1977), Karger, Basel 1977
- (36) GANZ, W., SWAN, H.J.C.:
Measurement of blood flow by thermodilution
Amer. J. Cardiol. 29, 241 (1972)
- (37) GAUER, O.H.:
Kreislauf des Blutes
In: Gauer, O.H., Kramer, K., Jung, R. (Hrsg.):
Physiologie des Menschen, Band 3, S. 150
Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien 1972
- (38) GEMPERLE, M., DE BROS, F., WEISS, V.:
Die Neuroleptanalgesie bei urologischen Operationen (unter beson-
derer Berücksichtigung der Nierenfunktion)
In: Rügheimer, E., Heitmann, D. (Hrsg.): Die Neuroleptanalgesie -
Bilanz einer Methode, S. 103, NLA-Workshop Bad Reichenhall 1974
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1975
- (39) GEMPERLE, M.:
Verbesserung der postoperativen Hypoxie nach Neuroleptanalgesie
In: Henschel, W.F. (Hrsg.): Die Neuroleptanalgesie
II. NLA-Symposium Bremen 1964, Anaesthesie und Wiederbelebung
Band 9, S. 103, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1966

- (40) GEMPERLE, M.:
Herabsetzung der Sauerstoffaufnahme in Normothermie durch Neuroleptanalgesie
In: Henschel, W.F. (Hrsg.): Die Neuroleptanalgesie
II. NLA-Symposium Bremen 1964, Anästhesie und Wiederbelebung
Band 9, S. 149, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1966
- (41) GLOECKNER, R.-J., LAHRTZ, H.:
Erfahrungen mit der kombinierten Elektro-Stimulationsanaesthesie
(Akupunktur-Analgesie) in der Bauchchirurgie
Anaesth. Prax. 14, 53 (1977/78)
- (42) GOLDSTEIN, A. JR., KEATS, A.S.:
The risk of anesthesia
Anesthesiology 33, 130 (1970)
- (43) GRABOW, L., LERNER, A.:
Elektrohypalgesie
Prakt. Anästh. 12, 511 (1977)
- (44) GRABOW, L., CRIVENEAU, T.:
Die kombinierte Akupunktur-Analgesie als Verfahren der allgemeinen Anaesthesie
Anaesthesist 25, 231 (1976)
- (45) GRABOW, L., L'ALLEMAND, H.:
Zum Verhalten der arteriellen Blutgase nach Thoraxoperationen unter Halothannarkose und Neuroleptanalgesie (NLA Typ II)
In: Henschel, W.F. (Hrsg.): Die Neuroleptanalgesie
II. NLA-Symposium Bremen 1964, Anaesthesie und Wiederbelebung
Band 9, S. 99, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1966
- (46) GRAVES, L.C., DOWNS, N.H., BROWNE, A.B.:
Cardiovascular effects of minimal analgesic quantities of Innovar^R,
fentanyl, and droperidol in man
Anesth. Analg. Curr. Res. 54, 15 (1975)

- (47) GRAVES, L.C., MC DERMOTT, R.W., BIDWAI, A.:
Cardiovascular effects of halothane in man
Anesthesiology 32, 396 (1974)
- (48) GUILLEMIN, R.:
Endorphins, brain peptides that act like opiates
New. Engl. J. Med. 296, 226 (1977)
- (49) GUILLEMIN, R.:
Physiologische und klinische Bedeutung hypothalamischer und
extrahypothalamischer Hirnpeptide
Triangel 15, 1 (1976)
- (50) HALDEMANN, G., HOSSLI, G., SCHAER, H.:
Die Anästhesie mit Rohypnol (Flunitrazepam) und Fentanyl bei
geriatrischen Patienten
Anaesthesist 26, 168 (1977)
- (51) HALDEMANN, G., HOSSLI, G., KYM, J., SCHAER, H.:
Die Wirkung von Äthrane auf die Hämodynamik beim Menschen
In: Lawin, P., Beer, R. (eds.): Äthrane
Proceedings of the 1st European Symposium on Modern Anaesthetic
Agents, Hamburg 1973, Anästhesie und Wiederbelebung Band 84, S. 217
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1974
- (52) HALDEMANN, G.:
Der Gas-Check-AVL, ein neuer Mikroblutgasanalysator
Anaesthesist 20, 267 (1971)
- (53) HASSLER, R.:
Wechselwirkungen zwischen dem System der schnellen Schmerzempfin-
dung und des langsamen, nachhaltigen Schmerzgefühls
Langenbecks Arch. Chir. 342, 47 (1976)

- (54) HEMPEL, V., HASCHEMIAN, A., BRAUN, U.:
Methoxyfluran-Anästhesie: Metabolische Azidose als Nebenwirkung
Anaesthesist 24, 347 (1975)
- (55) HEMPELMANN, G., SEITZ, W., PIEPENBROCK, S.:
Kombination von Etomidate und Fentanyl
Ein Beitrag zu Hämodynamik, Inotropie, myokardialen Sauerstoff-
verbrauch und selektiver Gefäßwirkung
Anaesthesist 26, 231 (1977)
- (56) HENSCHEL, W.F.:
Zur Problematik einer optimalen postoperativen Schmerzbekämpfung
In: Henschel, W.F. (Hrsg.): Postoperative Schmerzbekämpfung
V. Internationales NLA-Symposium Bremen 1971, Teil 1, S. 12
F.K.Schattauer Verlag, Stuttgart-New York 1972
- (57) HENSCHEL, W.F.:
Neue klinische Aspekte der Neuroleptanalgesie unter besonderer
Berücksichtigung methodischer Varianten
IV. Internationales NLA-Symposium Bremen 1969
F.K.Schattauer Verlag, Stuttgart-New York, 1970
- (58) HENSCHEL, W.F.:
Die Entwicklung der NLA bis zu ihrer heutigen Stellung in der
Anästhesie
In: Henschel, W.F. (Hrsg.): Die Neuroleptanalgesie
II. NLA-Symposium Bremen 1964, Anästhesie und Wiederbelebung
Band 9, S. 2
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1966
- (59) HERDEN, H.N., LAWIN, P.:
Anästhesie Fibel, S. 113
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1973

- (60) HERGET, H.F., L'ALLEMAND, H., KALWEIT, K., WALTER, P., HEHRLEIN, F.W., SCHLEPPER, M.:
Klinische Erfahrungen und erste Ergebnisse mit kombinierter Akupunkturanalgesie bei offenen Herzoperationen am Zentrum für Chirurgie der Justus-Liebig-Universität in Gießen
Anaesthesist 25, 223 (1976)
- (61) HERGET, H.F., HEHRLEIN, F.W., KALWEIT, K., L'ALLEMAND, H.:
Akupunktur-Analgesie und kontrollierte Beatmung - eine neue modifizierte Anaesthesiemethode im Rahmen der offenen Herzchirurgie
Thoraxchirurgie 23, 410 (1975)
- (62) HERGET, H.F., KALWEIT, K.:
Modellversuche in der Akupunktur-Analgesie
In: Bergmann, H., Blauhut, B. (Hrsg.): Anästhesiekongreß Linz 1973, Teil 2, Anästhesie und Wiederbelebung Band 91, S. 89
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1975
- (63) HERGET, H.F., KALWEIT, K.:
Akupunktur-Analgesie unter Zuhilfenahme elektrischer Ströme unterschiedlicher Qualität und Quantität
In: Bergmann, H., Blauhut, B. (Hrsg.): Anästhesiekongreß Linz 1973, Teil 2, Anästhesie und Wiederbelebung Band 91, S. 93
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1975
- (64) HOSOBUCHI, Y., ADAMS, J.E., LINCHITZ, R.:
Pain relief by electrical stimulation of the central grey matter in humans and its reversal by naloxone
Science 197, 183 (1977)
- (65) HUGHES, J., SMITH, T.W., KOSTERLITZ, H.W., FOTHERGILL, L.A., MORGAN, B.A., MORRIS, H.R.:
Identification of two related pentapeptides from brain with potent opiate agonist activity
Nature, Lond. 158, 577 (1975)

- (66) KERR, F.W.L.:
Pain - a central inhibitory balance theory
Mayo Clin. Proc. 50, 685 (1975)
- (67) KETTLER, D., SONNTAG, H., DONATH, U., REGENSBURGER, D.,
SCHENK, H.D.:
Hämodynamik, Myokardmechanik, Sauerstoffbedarf und Sauerstoff-
versorgung des menschlichen Herzens unter Narkoseeinleitung mit
Etomidate
Anaesthesist 23, 116 (1974)
- (68) KÖNIG, G., WANCURA, J.:
Einführung in die chinesische Ohrakupunktur
4. Auflage, Karl F. Haug Verlag, Heidelberg 1976
- (69) KRAATZ, J., VAN ACKERN, K., MARTIN, E., PETER, K., SCHADE, W.:
Das Verhalten des kardiozirkulatorischen Systems bei einer mo-
difizierten NLA-Einleitung mit Etomidate
Prakt. Anästh. 10, 344 (1975)
- (70) KROMER, W.:
Endorphine - körpereigene Peptide mit Morphin-ähnlicher Wirkung
Teil 2: Biologische Bedeutung, klinische Gesichtspunkte
Fortschr. Med. 96, 1463 (1978)
- (71) KROCK, F.:
Säure-Basen-Haushalt
In: Siegenthaler, W. (Hrsg.): Klinische Pathophysiologie
2. Auflage, S. 215
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1973
- (72) KUKULINUS, K.:
Indikationsstellung für die Infusions-Neuroleptanalgesie
(ihre Möglichkeit und Grenzen)
Anästhesiologische Informationen 241 (1974)

- (73) KURKA, P.:
Klinische Erfahrungen mit Flunitrazepam (Rohypnol^R)
Vortrag am 7. Internationalen Fortbildungskurs für klinische
Anästhesiologie, Wien 1975
- (74) KURKA, P.:
Klinische Erfahrungen mit Ro 5-4200 in der Anästhesie
Anaesthesist 23, 375 (1974)
- (75) LACHNER, J., LACKNER, F., SEMSROTH, M.:
Beobachtungen zum Verhalten der Leukozyten bei Herzoperationen
in Akupunktur-Analgesie (Elektrostimulation)
Anaesthesist 25, 246 (1976)
- (76) LEE, G.T.C.:
A study of electrical stimulation of acupuncture locus tsu san li
(st-36) on mesenteric microcirculation
Amer. J. Chin. Med. 2, 53 (1974)
- (77) LEE, M.O., LEE, D.C., KIM, S., CLIFFORD, D.H.:
Cardiovascular effects of acupuncture at tsu san li (st-36) in dogs
J. Surg. Res. 18, 51 (1975)
- (78) LIU, W.-S., BIDWAI, A.V., STANLEY, T.H., LOESER, E.A., BIDWAI, V.:
The cardiovascular effects of diazepam and of diazepam and pancu-
ronium during fentanyl and oxygen anaesthesia
Cand. Anaesth. J. 23, 395 (1976)
- (79) MARTI, W.K., GUMPENBERGER, H., LUCAS, M., VEGA, J.F.:
Evaluation of Ro 5-4200 as the principal agent in 1017 anaesthe-
sias for major surgery
In: Arias, A., Llaurado, R., Nalda, M.A., Lunn, J.N. (eds.):
Recent Progress in Anaesthesiology and Resuscitation, Proceedings
of the IV European Congress of Anaesthesiology, Madrid 1974,
Excerpta Medica, International Congress Series No. 347, S.162
Amsterdam-Oxford 1975, American Elsevier Publishing Co., Inc.,
New York

- (80) MAYER, D.J., PRICE, D.D.:
Central nervous system mechanisms of analgesia
Pain 2, 379 (1976)
- (81) MAYER, D.J., LIEBESKIND, J.C.:
Pain reduction by focal electrical stimulation of the brain:
an anatomical and behavioral analysis
Brain Res. 68, 73 (1974)
- (82) MAYER, D.J., WOLFLE, T.L., AKIL, H., CARDER, B., LIEBESKIND, J.C.:
Analgesia from electrical stimulation in the brainstem of the rat
Science 174, 1351 (1971)
- (83) MAYRHOFER, O.:
Acupuncture analgesia in the People's Republic of China
In: Arias, A., Llauro, R., Nalda, M.A., Lunn, J.N. (eds.):
Recent Progress in Anaesthesiology and Resuscitation, Proceedings
of the IV European Congress of Anaesthesiology, Madrid 1974,
Excerpta Medica, International Congress Series No 347, S. 686
Amsterdam-Oxford 1975, American Elsevier Publishing Co., Inc.,
New York
- (84) MEHLHARDT, W.:
Der gemessene elektrische Hautwiderstand als diagnostisches Hilfs-
mittel - eine Einführung
Phys. Med. u. Rehab. 1, Beilage (1970)
- (85) MELZACK, R.:
Akupunktur und Schmerzbeeinflussung
Anaesthesist 25, 204 (1976)
- (86) MELZACK, R.:
Acupuncture and pain mechanisms
In: Arias, A., Llauro, R., Nalda, M.A., Lunn, J.N. (eds.):
Recent Progress in Anaesthesiology and Resuscitation, Proceedings
of the IV European Congress of Anaesthesiology, Madrid 1974,
Excerpta Medica, International Congress Series No. 347, S. 27
Amsterdam-Oxford 1975, American Elsevier Publishing Co., Inc.,
New York

- (87) MELZACK, R., WALL, P.D.:
Pain mechanisms: a new theory
Science 150, 971 (1965)
- (88) NOGIER, P.:
Lehrbuch der Auriculotherapie
Maisonneuve Verlag, Paris 1973
- (89) OTT, E.:
Electrostimulation for analgesia during surgery
Cardiovascular Diseases, Bulletin of the Texas Heart
Institute 4, 403 (1977)
- (90) OTT, E., MITTELSTEN-SCHIED, H.:
Die kombinierte Elektroakupunkturanalgesie in der Urologie
Unveröffentlichte Ergebnisse
- (91) PATSCHKE, D., HESS, W., TARNOW, J., WEYMAR, A.:
Die Wirkung von Fentanyl und Althesin auf die Hämodynamik, die
Herzintotropie und den myokardialen Sauerstoffverbrauch des Menschen
Anaesthesist 25, 10 (1976)
- (92) PATSCHKE, D., HESS, W., PASSIAN, J.:
Narkoseeinleitung mit der Neuroleptanalgesie in Kombination mit
Thiopental oder Etomidate bei herzchirurgischen Patienten - eine
vergleichende Kreislaufuntersuchung
In: Henschel, F.W. (Hrsg.): Probleme der intravenösen Anästhesie
VI. Bremer NLA-Symposium, Mai 1974, Teil I, S. 301
Perimed Verlag Dr. med. D. Straube, Erlangen 1976
- (93) PATSCHKE, D., BRÜCKNER, J.B., GETHMANN, J.W., TARNOW, J., WEYMAR, A.:
Der Einfluß der Ketaminnarkose auf die Hämodynamik und den myo-
kardialen Sauerstoffverbrauch narkotisierter Hunde
Prakt. Anästhes. 10, 325 (1975)

- (94) PAUSER, G., BENZER, H., BISCHKO, J., GANGLBERGER, J., HAIDER, M., MAYRHOFFER, O., SCHMID, H., SEMSROTH, M.:
Klinische und experimentelle Ergebnisse mit der Akupunktur-Analgesie
Anaesthesist 25, 215 (1976)
- (95) PERT, A., WALTER, M.:
Comparison between naloxone reversal of morphine and electrical stimulation induced analgesia in the rat mesencephalon
Life Sci. 19, 1023 (1976)
- (96) PERT, C. B., KUCHAR, M.J., SNYDER, H.:
Autoradiographic localization of the opiate receptor in the rat brain
Life Sci. 16, 1849 (1975)
- (97) PETER, K.:
Das Narkoserisiko - Möglichkeiten der Erkennung und Verminderung
Vortrag vor dem Ärztlichen Verein München e.V. am 17. Februar 1977
- (98) PICHLMAYER, I., GROSSE, H., MASCHER, E.:
Blutgasanalytische Untersuchungen zur Beatmungseffektivität des Pulmonat (Dräger)
Anaesthesist 24, 56 (1975)
- (99) POMMERANZ, B.:
Do endorphines mediate acupuncture analgesia?
In: Costa, E., Trabucchi, M. (eds.): The endorphins
Adv. Biochem. Psychopharmacol. 18, 351 (1978)
- (100) POMMERANZ, B., CHIU, D.:
Naloxone blockade of acupuncture analgesia: endorphin implicated
Life Sci. 19, 1757 (1976)

- (101) PONGRATZ, W., RICHTER, J.A.:
Die Elektroakupunktur in der Anästhesie der Kardiochirurgie
In: Götz, E., Lawin, P. (Hrsg.): Anästhesie bei kardiochirurgischen Eingriffen, Symposium Münster März 1977, S. 35,
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1978
- (102) PONGRATZ, W., LINKE, W., BAUM, M., RICHTER, J.A.:
Elektroakupunktur-Analgesie bei 500 herzchirurgischen Eingriffen
Anästh. Prax. 13, 19 (1977)
- (103) REITAN, J.A., STENGERT, K.B., WYMORE, M.L., MARTUCCI, R.W.:
Central vagal control of fentanyl-induced bradycardia during
halothane anaesthesia
Anesth. Analg. 57, 31 (1978)
- (104) RENEMAN, R.S., JAGENEAU, A.H.M., XHONNEUX, R., LADURON, P.:
The cardiovascular pharmacology of etomidate (R-26490), a new,
potent and short-acting intravenous hypnotic agent
In: Arias, A., Llauro, R., Nalda, M.A., Lunn, J.N. (eds.):
Recent Progress in Anaesthesiology and Resuscitation
Proceedings of the IV European Congress of Anaesthesiology,
Madrid 1974, Excerpta Medica, International Congress Series
No. 347, S. 152, Amsterdam-Oxford 1975, American Elsevier
Publishing Co., Inc., New York
- (105) RICHTER, J.A., BAUM, M., KUNKEL, R., AMERELLER, H.P.:
Akupunktur-Analgesie bei 100 Herzoperationen
Ärztl. Praxis 27, 777 (1975)
- (106) RICHTER, J.A., BAUM, M., KUNKEL, R., BAUERLE, A., HEIMISCH, W.,
AMERELLER, H.P., SCHUHMACHER, F., ERDMANN, K., VON BOHUSZEWICZ, U.:
Clinical experiences with electrical acupuncture analgesia in
125 patients undergoing open heart surgery
Acupuncture & Electro-Therapeut. Res. Intern. J. 1, 143 (1975)

(107) RICHTER, M.:

Verhalten der Serumelektrolyte und Blutgase unter Neuroleptanalgesie

In: Henschel, F.W. (Hrsg.): Die Neuroleptanalgesie

II. NLA-Symposium Bremen 1964, Anaesthesie und Wiederbelebung, Band 9, S. 106

Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York (1966)

(108) RIZZI, R., BUTERA, G., VENDRAMIN, M.L.:

Flunitrazepam (Rohypnol) as the only hypnotic agent during general analgesia

In: Arias, A., Llauro, R., Nalda, M.A., Lunn, J.N. (eds.): Recent Progress in Anaesthesiology and Resuscitation

Proceedings of the IV European Congress of Anaesthesiology, Madrid 1974, Excerpta Medica, International Congress Series

No. 347, S. 122, Amsterdam-Oxford 1975, American Elsevier Publishing Co., Inc., New York

(109) ROSENBERGER, F.:

Analgesie plus Sedierung - Eine Methode von Akupunkturanalgesie in der Orthopädie und Traumatologie im operativen Routinebetrieb
Ärztl. Praxis 31, 982 (1978)

(110) ROTHE, C.F.:

Oxygen deficit in shock

Amer. J. Physiol. 218, 439 (1968)

(111) SACHS, L.:

Angewandte Statistik

Planung und Auswertung, Methoden und Modelle

4. Auflage, S. 230, 244

Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1968

- (112) SCHAER, H., FREY, P., GATTIKER, R.:
Vergleichende Untersuchung von Halothan- und Neuroleptanästhesie bei geriatrischen Patienten
Anaesthesiologie und Wiederbelebung Band 47, S. 145 (1970)
- (113) SCHILDBERG, F.W., WITTE, J., BACHHUBER, F., SCHREIBER, M.:
Die Bedeutung der Natriumzufuhr für den postoperativen Aldosteronismus
Langenbecks Arch. Chir. Suppl. Chirurg. Forum 1977, S. 41
- (114) SCHMIDT, E.:
Aktuelle Theorie der Schmerzausschaltung
Ärztl. Praxis 41, 1781 (1976)
- (115) SCHWEIZER, O., HOWLAND, W.S.:
Disturbances in acid-base balance during major surgery
Anesthesiology 24, 158 (1963)
- (116) SEITZ, W., HEMPELMANN, G., PIEPENBROCK, S.:
Zur kardiovaskulären Wirkung von Flunitrazepam (Rohypnol^R, Ro 5-4200)
Anaesthesist 26, 249 (1977)
- (117) SHAREFKIN, J.B., MAC ARTHUR, J.D.:
Pulmonary arterial pressure as a guide to the hemodynamic status of surgical patients
Arch. Surg. 105, 699 (1972)
- (118) SHOEMAKER, W.C., MONTGOMERY, E.S., FLWYN, D.H., LEVINE, H., ROSEN, A.L.:
Early prediction of death and survival by prospective analysis of cardiorespiratory variables in postoperative shock patients
In: Shoemaker, W.C., Tavares, B.M. (eds.): Curr. Top. crit. Care Med. 2, 44 (1977)
Karger, Basel 1977

- (119) SIGGAARD-ANDERSEN, D.:
Acute experimental acid-base disturbances in dogs
Scand. J. Clin. Lab. Invest. Suppl. 66, 1 (1962)
- (120) SIMON, E.J., HILLER, J. M., EDELMAN, I.:
Stereospecific binding of the potent narcotic analgesic ^3H -etorphine to rat-brain homogenate
Proc. Natl. Acad. Sci (USA) 70, 1947 (1973)
- (121) SJÖLUND, B., TERENIUS, L., ERIKSSON, M.:
Increased cerebrospinal fluid levels of endorphines after electro-acupuncture
Acta Physiol. Scand. 100, 382 (1977)
- (122) SJÖLUND, B., ERIKSSON, M.:
Electro-acupuncture and endogenous morphines (letter to the editor)
Lancet 1, 1085 (1976)
- (123) SONNTAG, H.:
Coronardurchblutung und Energieumsatz des menschlichen Herzens unter verschiedenen Anaesthetica
Anästhesiologie und Wiederbelebung Band 79
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1973
- (124) SOVAK, M., ENGEL, R.:
Über den Mechanismus der Akupunktur-Analgesie
Anaesthesist 25, 208 (1976)
- (125) SPOEREL, W.E.:
Akupunktur-Analgesie in China
Anaesthesist 25, 197 (1976)

- (126) STANGER, P., HEYMANN, M.A., HOFFMAN, J.I.E., RUDOLPH, A.M.:
Use of the Swan-Ganz catheter in cardiac catheterization of infants and children
Amer. Heart J. 83, 749 (1972)
- (127) SWAN, H.J.C., GANZ, W., FORRESTER, J., MARCUS, H., DIAMOND, G., CHONNETTE, D.:
Catheterization of the heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter
New Engl. J. Med. 283, 447 (1970)
- (128) TAKKI, S., TAMMISTO, T., NIKKI, P., JÄÄTTELÄ, A.:
Effect of laryngoscopy and intubation on plasma catecholamine levels during intravenous induction of anaesthesia
Brit. J. Anaesth. 44, 1323 (1972)
- (129) TARNOW, J., BRÜCKNER, J.B., EBERLEIN, H. J., HESS, W., PATSCHKE, D.:
Haemodynamics and myocardial oxygen consumption during isoflurane (forane) anesthesia in geriatric patients
Br. J. Anaesth. 48, 669 (1976)
- (130) TARNOW, J., GETHMANN, J.W., HESS, W., PATSCHKE, D., WEYMAR, A., BRÜCKNER, J.B.:
Der Einfluß von Ethrane auf die Hämodynamik und die Sauerstoffversorgung des Myokards im Vergleich zu Halothane
Anästhesist 23, 281 (1974)
- (131) TAUBE, H.-D.:
Opiatreceptoren und Endorphine
Anaesthesist 27, 2 (1978)
- (132) TAUBERGER, G., SCHULTE AM ESCH, J., ENGELHARDT, H.-G., WAGNER, H.:
Tierexperimentelle Untersuchungen der Sympathicusaktivität und des Kreislaufs bei Neuroleptanalgesie
Anaesthesist 24, 496 (1975)

- (133) TEREINIUS, L., WAHLSTRÖM, A.:
Morphine-like ligand for opiate receptors in human csf
Life Sci. 16, 1759 (1975)
- (134) THE MOUNT SINAI HOSPITAL OF CLEVELAND - SURGICAL INTENSIVE CARE
UNIT
Hemodynamic Worksheet JSA-BV, 4 (1974)
- (135) THEWS, G., HARNONCOURT, K.:
Gas Check AVL
Base Excess - Acid Base Nomogramm
- (136) THIRD PEOPLE'S HOSPITAL, SHANGHAI SECOND MEDICAL SCHOOL:
Acupuncture anaesthesia for open heart surgery under extra-
corporeal circulation
Chin. med. J. 2, 51 (1976)
- (137) THOMA, H., BENZER, H., FITZ, S., LOSERT, U.:
Über die Anwendung elektrischer Stimulationsströme bei Operationen
- Konzept einer klinisch verwendbaren Anordnung
Anaesthesist 25, 239 (1976)
- (138) THOMA, H., BENZER, H., MAYRHOFER, U., PAUSER, G.:
Telemetrische EKG-Daten (Biorhythmen) bei Operationen in Akupunk-
tur-Analgesie in der Volksrepublik China
Anaesthesist 24, 32 (1975)
- (139) TRUDNOWSKI, R.J., GOEL, S.B., LAM, F.T., EVERS, J.L.:
Effect of Ringer's lactate solution and sodium bicarbonate on
surgical acidosis
Surg. Gyn. Obst. 123, 807 (1967)
- (140) URCA, G., FRENK, H., LIEBESKIND, J.C., TAYLOR, A.N.:
Morphine and enkephalin: analgesia and epileptic properties
Science 197, 83 (1977)

(141) VEGA, D.E.:

The combination of flunitrazepam with analgetics in i.v. general anaesthesia

In: Sixth World Congress of Anaesthesiology, Mexico City, 1976, Abstracts, Excerpta Medica, International Congress Series No. 387, S. 206, Amsterdam 1976, American Elsevier Publishing Co., Inc., New York

(142) WALTER, P., HERGET, H.F., MULCH, J.:

Wirkungen von Akupunkturanalgesie und konventioneller Narkose auf die Änderungen von Kreislaufgrößen und Blutgaswerten während herzchirurgischer Eingriffe

Langenbecks Arch. Chir. Suppl. Chirurg. Forum 1975, 47

(143) WOOLF, C.J., BARRET, G.D., MITCHELL, D., MYERS, R.A.:

Naloxone-reversible peripheral electroanalgesia in intact and spinal rats

Europ. J. Pharm. 45, 311 (1977)

(144) ZIETZ, G., LÖDER, M.:

Die Akupunktur-Analgesie - ein neuer Weg in der Anaesthesiologie
Anaesthesiol. u. Reanimat. 2, 101 (1977)

(145) ZIMMERMANN, M.:

Schlußwort: Zur Frage der Punkte

Arch. Ohr. Nas.-KehlHeilk. 216, 613 (Kongreßbericht 1977)

(146) ZIMMERMANN, M.:

Neurophysiologische Grundlagen von Schmerz und Schmerztheorie
Langenbecks Arch. Chir. 342, 63 (1976)

Herrn Prof. Dr. W. Brendel und Herrn Prof. Dr. K. Peter möchte ich für die freundliche Überlassung eines Arbeitsplatzes am Institut für Chirurgische Forschung beziehungsweise am Institut für Anaesthesiologie sehr herzlich danken.

Herrn Prof. Dr. E. Schmiedt bin ich für die Genehmigung zur Durchführung des klinischen Teils der Untersuchungen in der Urologischen Klinik der Universität zu großem Dank verpflichtet.

Sehr herzlich möchte ich mich bei Frau Dr. E. Ott und Frau Dr. H. Mittelsten-Scheid - beide Institut für Anaesthesiologie - für die große und freundliche Unterstützung im Verlauf der Studie bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. K. Meßmer für die stets wertvolle Kritik und Anregung im Verlauf und bei der Auswertung der Untersuchung.

Den medizinisch-technischen Assistentinnen Fräulein R. Pfeiffer, Fräulein A. Holzer und Frau B. Kahn danke ich für die Blutgasbestimmungen und die Anfertigung der Abbildungen.

LEBENS LAUF

Am 29. September 1951 wurde ich als Sohn des Schuhmachermeisters Fritz Franzeck und seiner Ehefrau Frieda, geb. Scholz, in Eschenbach i.d.OPf. geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Eschenbach i.d.OPf. von 1958-1963 trat ich in das Mathematisch-naturwissenschaftliche Gymnasium Eschenbach i.d.OPf. über, an welchem ich 1972 das Abitur ablegte.

Mein Studium begann ich im Wintersemester 1972 an der Ludwig-Maximilians-Universität in München, wo ich nach dem Sommersemester 1974 die Vorärztliche Prüfung ablegte. Der erste Abschnitt der Ärztlichen Prüfung wurde von mir im Sommer 1975 und der zweite Abschnitt der Ärztlichen Prüfung im Sommer 1977 abgelegt.

Während des klinischen Studiums erfolgten Famulaturen in der Chirurgischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Eschenbach i.d.OPf. und in der Allgemeinpraxis von Herrn Dr. H. Fuchs in Eschenbach i.d.OPf.

Das Klinische Jahr leistete ich auf der Inneren Abteilung des Städtischen Krankenhauses München-Neuperlach, auf der II. Chirurgischen Abteilung des Krankenhauszweckverbandes in Augsburg und der Pädiatrischen bzw. Kinderchirurgischen Abteilung der Kinderklinik der Universität München ab.

Den dritten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung legte ich im Herbst 1978 ab.

